

Heat exchanger and heat transferring member with symmetrical angle portions

Publication number: DE102004012796

Publication date: 2004-11-11

Inventor: SHIMOYA MASAHIRO (JP); KASUYA NORIYUKI (JP);
TORIGOE EIICHI (JP); OZAKI TATSUO (JP)

Applicant: DENSO CORP (JP)

Classification:


- international: **F28F1/12; F28F1/32; F28F1/12; F28F1/32; (IPC1-7):**
F28F1/12; F28D1/00

- european: F28D1/053E6C; F28F1/12D2; F28F1/32B

Application number: DE200410012796 20040316

Priority number(s): JP20030075792 20030319; JP20030331735 20030924

Also published as:

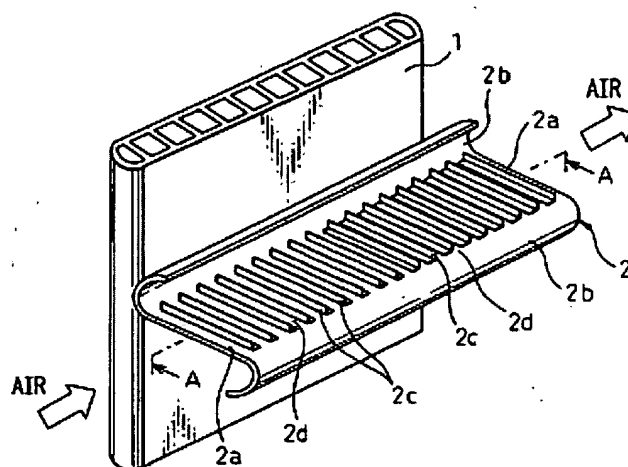
 **US2004206484 (A1)**

Report a data error here

Abstract not available for DE102004012796

Abstract of corresponding document: **US2004206484**

A plurality of angle portions 2c of the fins on an upstream side and those on a downstream side of an air flow are provided so as to be substantially symmetrical with each other. Due to this, bending forces are continuously exerted on a thin plate-like fin material in a direction where the bending deformation of the fin material is cancelled, during the fin forming process. Accordingly, when the angle portions 2c are formed it can be prevented in advance that the fin material 11 is deformed in a state where the repeated deformations of the fin material 11 are accumulated in the same direction.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 012 796 A1 2004.11.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 012 796.4
(22) Anmeldetag: 16.03.2004
(43) Offenlegungstag: 11.11.2004

(51) Int Cl.⁷: F28F 1/12
F28D 1/00

(30) Unionspriorität:
2003/075792 19.03.2003 JP
2003/331735 24.09.2003 JP

(71) Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

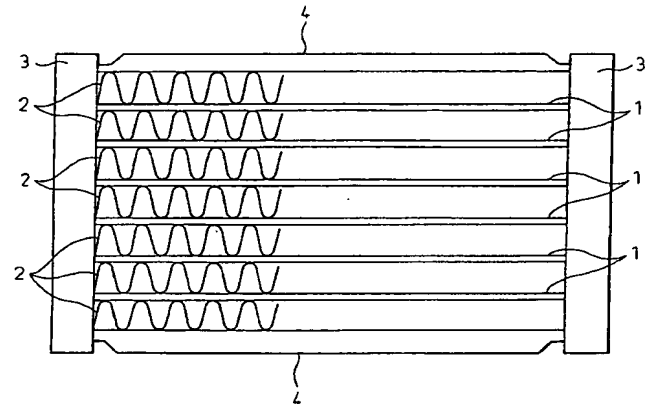
(74) Vertreter:
Zumstein & Klingseisen, 80331 München

(72) Erfinder:
Shimoya, Masahiro, Kariya, Aichi, JP; Kasuya,
Noriyuki, Kariya, Aichi, JP; Torigoe, Eiichi, Kariya,
Aichi, JP; Ozaki, Tatsuo, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Wärmetauscher und Wärmeübertragungselement mit symmetrischen Winkelabschnitten

(57) Zusammenfassung: Mehrere Winkelabschnitte (2c) der Rippen auf einer stromaufwärtigen Seite und jene auf einer stromabwärtigen Seite eines Luftstroms sind so vorgesehen, dass sie im Wesentlichen zueinander symmetrisch sind. Hierdurch werden während des Rippenformprozesses auf ein dünnes plattenartiges Rippenmaterial kontinuierlich Biegekräfte in einer Richtung ausgeübt, in welcher die Biegeverformung des Rippenmaterials aufgehoben ist. Demgemäß kann, wenn die Winkelabschnitte (2c) gebildet werden, im Voraus verhindert werden, dass das Rippenmaterial (11) in einem Zustand verformt wird, in welchem sich die wiederholten Verformungen des Rippenmaterials (11) in der gleichen Richtung häufen.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher und insbesondere einen Wärmetauscher, der effektiv für eine Klimaanlage angewendet ist.

[0002] Insbesondere betrifft sie einen Wärmetauscher und ein Wärmeübertragungselement zum Verbessern der Wärmetauscherleistung davon durch Erzeugen eines durch ein Wärmetauschelement davon strömenden Wirbelluftstroms, welche bevorzugt bei zum Beispiel einem Fahrzeug angewendet sind.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0003] Bei einem herkömmlichen Wärmetauscher haben Rippen eingeschnittene Stücke, welche Segmente der Rippen sind und in einer Zick-Zack-Weise in der Luftströmungsrichtung angeordnet sind, und die in der Luftströmungsrichtung stromaufwärtigen Seiten der eingeschnittenen Stücke sind um etwa 90° gebogen, um Krümmungsabschnitte zu bilden. Aufgrund der Krümmungsabschnitte wird der Luftstrom um die Rippen gestört, sodass eine Vergrößerung der Dicke der Temperaturschicht um die Rippen verhindert wird, um den Wärmeübertragungskoeffizienten zwischen den Rippen und Luft zu vergrößern (siehe zum Beispiel Patentdokument 11).

[0004] Ein weiterer Wärmetauscher besitzt mehrere stiftförmige (nadelförmige) Rippen, die in einem Luftstrom angeordnet sind, und dadurch wird die Wärmeübertragungsfähigkeit des Wärmetauschers verbessert.

(Patentdokument 1)

[0005] Japanische ungeprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 63-83591.

[0006] In der in Patentdokument 1 offenbarten Erfindung sind eingeschnittene Stücke durch Schneiden und Aufstellen von Teilen einer dünnen plattenförmigen Rippe gebildet, und Biegungsabschnitte sind durch Aufbiegen der vorderen Enden (Vorderkanten) der eingeschnittenen Stücke um etwa 90° gebildet. Bei diesem Aufbau haben die obigen Biegungsabschnitte Nachteile bei deren Herstellung, wie nachfolgend beschrieben.

[0007] D.h. wie bei der in Patentdokument 1 offenbarten Erfindung werden alle Biegungsabschnitte durch Biegen der vorderen Enden der eingeschnittenen Stücke gebildet, wobei die Biegekraft in der gleichen Richtung kontinuierlich auf das dünne plattenförmige Rippenmaterial ausgeübt wird und des-

halb wird, während die Biegungsabschnitte gebildet werden, das Rippenmaterial in einem Zustand verformt, in dem sich die wiederholten Verformungen des Rippenmaterials in der gleichen Richtung häufen, mit anderen Worten wird das Rippenmaterial in einer Querrichtung des Rippenmaterials, d.h. der Luftströmungsrichtung gebogen.

[0008] Die eingeschnittenen Stücke sollten regelmäßig in einem konstanten Abstand angeordnet sein, aber in der in Patentdokument 1 offenbarten Erfindung wird, wie oben beschrieben, das Rippenmaterial wahrscheinlich in einem Zustand verformt, in dem sich die wiederholten Verformungen des Rippenmaterials in der gleichen Richtung häufen, d.h. das Rippenmaterial wird in einer Querrichtung des Rippenmaterials, d.h. der Luftströmungsrichtung gebogen. Deshalb ist es schwierig, die Streuung der Abstände zwischen den eingeschnittenen Stücken zu verringern. Wenn die Streuung der Abstände zwischen den eingeschnittenen Stücken größer wird, wird der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen den Rippen und der Luft kleiner und deshalb wird die gewünschte Wärmeübertragungsfähigkeit der Rippen wahrscheinlich nicht erzielt.

[0009] Bei einem Wärmetauscher mit mehreren in dem Luftstrom angeordneten stiftförmigen (nadelförmigen) Rippen ist das Gewicht des Wärmetauschers durch Anordnen der Rippen, d.h. der mehreren Rippen vergrößert und die Produktivität der Rippen ist durch Anordnen mehrerer Stifte an dem Wärmetauscher verschlechtert. Deshalb ist es schwierig, die Massenproduktion davon zu realisieren.

[0010] Wenn mehrere Stifte durch Schneiden der Bereiche zwischen zwei Stiften gebildet werden, wird während des Schneidens viel zu verschrottendes Material erzeugt und deshalb wird das Material nicht effektiv genutzt. Als Ergebnis ist es ebenfalls schwierig, die Massenproduktion davon zu realisieren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung der obigen Probleme entwickelt und es ist die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, einen sich von dem Stand der Technik unterscheidenden neuen Wärmetauscher vorzusehen. Die zweite Aufgabe von ihr ist es, eine Verschlechterung der Wärmeübertragungsfähigkeit eines Wärmetauschers zu verhindern, während die Produktivität der Rippen durch Realisieren einfacher Formen der Rippen verbessert wird.

[0012] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmetauscher mit einer einfachen Rippenform vorzusehen, um die Produktivität des Wärmetauschers zu verbessern.

[0013] Außerdem ist es eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Wärmetauscheinleistung eines Wärmetauschers durch Nutzen einer einfachen Rippenform zu verbessern.

[0014] Um die obige Aufgabe zu realisieren, weist in einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Wärmetauscher auf:

Rohre (1), in welchen ein Fluid strömt; und Rippen (2), welche an Außenflächen der Rohre (1) vorgesehen sind und eine Wärmetauscheinfläche mit um die Rohre (1) strömender Luft vergrößern, wobei die Rippe (2) im Wesentlichen plattenförmige Planabschnitte (2a) und Kollisionswände (2c), die durch Schneiden und Aufstellen von Teilen des Planabschnitts 2a in einem Winkel von im Wesentlichen 90° gebildet sind, aufweist; und wobei Gruppen aus mehreren Kollisionswänden (2c) so gebildet sind, dass sie in einer Luftströmungsrichtung im Wesentlichen symmetrisch zueinander sind.

[0015] Aufgrund dieser Konstruktion werden Biegekräfte kontinuierlich auf das dünne plattenartige Rippenmaterial in die Richtungen, in welche die durch die Biegekräfte verursachte Biegeverformung des dünnen plattenartigen Materials aufgehoben wird, ausgeübt, wenn die Kollisionswände (2c) gebildet werden. Demgemäß kann, wenn die Kollisionswände (2c) gebildet werden, im Voraus verhindert werden, dass das Rippenmaterial in einem Zustand verformt wird, in dem sich die wiederholten Verformungen des Rippenmaterials in der gleichen Richtung häufen, d.h. das Rippenmaterial wird in einer Querrichtung des Rippenmaterials, d.h. in der Luftströmungsrichtung gebogen.

[0016] Deshalb kann eine Schwankung der Größe der Kollisionswände (2c) reduziert werden.

[0017] Als Ergebnis kann, während der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen Luft und den Rippen (2) durch die durch die Kollisionswände (2c) verursachte Wirbelstromwirkung vergrößert wird und auch die Wärmetauscheinleistung verbessert ist, die Form der Rippen (2) vereinfacht werden, sodass die Produktivität der Rippen (2) verbessert werden kann.

[0018] In einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung bilden die Kollisionswände (2c) und Teile des Planabschnitts (2a), die fortlaufend mit den Kollisionswänden (2c) verbunden sind, im Wesentlichen L-Schnittformen, und die im Wesentlichen L-Schnittformen an einer stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms und die im Wesentlichen L-Schnittformen an einer stromabwärtigen Seite des Luftstroms stehen in einer im Wesentlichen symmetrischen Beziehung zueinander.

[0019] In einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Wärmetauscher Rohre (1), in wel-

chen ein Fluid strömt, und Rippen (2), welche an Außenflächen der Rohre (1) vorgesehen sind und die Wärmetauscheinfläche mit um die Rohre (1) strömender Luft vergrößern, auf, wobei die Rippe (2) im Wesentlichen plattenförmige Planabschnitte (2a) und Kollisionswände (2c), die durch Schneiden und Aufstellen von Teilen des Planabschnitts (2a) gebildet sind, aufweist; und wobei, wenn ein Verhältnis (D/C) zwischen einer Länge (C) der Rippe (2) senkrecht zu der Luftströmungsrichtung und einer Länge (D) der Kollisionswände (2c) senkrecht zu der Luftströmungsrichtung als ein Schnittlängenverhältnis (E) angenommen wird, das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,775 und nicht größer als 0,995 eingestellt ist.

[0020] Die Anmelderin hat herausgefunden, dass die Geschwindigkeit der Luftströmung über die Kollisionswände (2c) entsprechend der Schwankung des Schnittlängenverhältnisses (E) deutlich schwankt (siehe unten beschriebene Fig. 21 bis 23). Deshalb ist es in dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung durch Einstellen des Schnittlängenverhältnisses (E) in dem obigen geeigneten Bereich möglich, die Geschwindigkeit der Luftströmung über die Kollisionswände (2c) in einem vorbestimmten Bereich um die maximale Luftströmungsgeschwindigkeit zu erhöhen (siehe Fig. 21). Als Ergebnis kann die Wirkung der verbesserten Wärmeübertragungsleistung der Rippe durch die Kollisionswände (2c) effektiv angewendet werden.

[0021] In einem Wärmetauscher eines vierten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem dritten Aspekt davon ist das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich von nicht weniger als 0,810 und nicht größer als 0,980 eingestellt.

[0022] Hierdurch kann die Wärmeübertragungsleistung der Rippe durch weiteres Erhöhen der Geschwindigkeit der Luftströmung über die Kollisionswände (2c) weiter verbessert werden.

[0023] In einem Wärmetauscher des fünften Aspekts der vorliegenden Erfindung nach einem des ersten, dritten und vierten Aspekts davon bilden die Kollisionswände (2c) und die eingeschnittenen Stücke (2d) des Planabschnitts (2a), die kontinuierlich mit den Kollisionswänden (2c) verbunden sind, L-förmige Abschnitte, und die L-förmigen Abschnitte auf einer stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms und die L-förmigen Abschnitte auf einer stromabwärtigen Seite eines Luftstroms sind bezüglich einer virtuellen Ebene senkrecht zu den Planabschnitten (2a) im Wesentlichen symmetrisch zueinander angeordnet.

[0024] Bei dieser Konstruktion kann ein bevorzugter Aspekt der vorliegenden Erfindung durch L-förmige Abschnitte realisiert werden, die durch die Kollisions-

wände (2c) und die kontinuierlich mit den Kollisionswände (2c) verbundenen eingeschnittenen Stücke (2d) des Planabschnitts (2a) gebildet sind.

[0025] In einem Wärmetauscher eines sechsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des ersten bis fünften Aspekts davon sind einige von mehreren auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswänden (2c) mit einer Winkelhöhe (H) höher als jene der anderen Kollisionswände (2c) versehen, und alle der mehreren auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswände (2c) sind mit einer gleichen Winkelhöhe (H) versehen.

[0026] Hierdurch ist der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen Luft und den Rippen (2) durch Erzeugen eines Wirbelstroms an der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms vergrößert, und der Anstieg des Gesamtdruckverlusts (Luftstromwiderstand) kann durch Verhindern der Erzeugung eines übermäßigen Wirbelstroms an der stromabwärtigen Seite des Luftstroms verhindert werden.

[0027] In einem Wärmetauscher eines siebten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des ersten bis sechsten Aspekts davon wird die Winkelhöhe (H) einiger von mehreren auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswänden (2c) zu einer stromaufwärtigen Richtung des Luftstroms höher, und die Winkelhöhe (h) einiger von mehreren der auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswänden (2c) ist niedriger als jene (h) der auf einer stromabwärtigsten Seite angeordneten Kollisionswand (2c) in mehreren der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswänden (2c).

[0028] Hierdurch ist der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen Luft und den Rippen (2) durch Erzeugen eines Wirbelstroms in der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms vergrößert, und der Anstieg des Gesamtdruckverlusts (Luftstromwiderstand) kann durch Verhindern der Erzeugung eines übermäßigen Wirbelstroms an der stromabwärtigen Seite des Luftstroms verhindert werden.

[0029] In einem Wärmetauscher eines achten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des ersten bis siebten Aspekts davon sind die Rippen (2) in eine Wellenform geformte Wellrippen.

[0030] In einem Wärmetauscher eines neunten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des ersten bis siebten Aspekts davon sind die Rippen (2) in einer ebenen Form gebildete Plattenrippen.

[0031] In einem Wärmetauscher eines zehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des ersten und des dritten bis neunten Aspekts davon ist

ein von einem Endabschnitt des Rohrs (1) zu einer luftstromaufwärtigen Seite ragender Vorsprung (2i) an der Rippe (2) ausgebildet und die Kollisionswände (2c) sind ebenfalls an einem Vorsprung (2i) ausgebildet.

[0032] Hierdurch kann eine Wirbelstromfläche mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten an einem Teil der Rippe (2), welcher die Wandfläche des Rohrs (1) kontaktiert, vergrößert werden (siehe später beschriebene Fig. 25A) und die Wärmeübertragungsleistung der Rippe kann effektiv verbessert werden.

[0033] In einem Wärmetauscher eines elften Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem zehnten Aspekt davon sind wenigstens zwei der Kollisionswände (2c) bevorzugt an dem Vorsprung (2i) ausgebildet.

[0034] In einem Wärmetauscher eines zwölften Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem zehnten oder dem elften Aspekt davon ist ein stromabwärtiges Ende in einer Luftströmungsrichtung der Rippe (2) so angeordnet, dass es nicht von einem stromabwärtigen Ende in der Luftströmungsrichtung des Rohrs (1) vorsteht.

[0035] Die Vergrößerung des Luftstromwiderstands durch ein stromabwärtiges Ende der Rippe (2), das in eine Luftströmungsrichtung vorsteht, kann verhindert werden und die Gesamtleistung des Wärmetauschers kann effektiv gewährleistet werden.

[0036] In einem Wärmeübertragungselement eines dreizehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung aus einem dünnen Plattenelement, das in ein Fluid eingetaucht ist und dadurch die Wärme zwischen ihm und dem Fluid zuführt oder empfängt, weist es Winkelabschnitte (2c), die aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind, und Planabschnitte (2a) mit mehreren Wärmetauschabschnitten (2e) mit eingeschnittenen Stücken (2d), die kontinuierlich mit Fußabschnitten der Winkelabschnitte (2c) verbunden sind, auf; und eine Winkelhöhe (H) der Winkelabschnitte (2c) ist nicht kleiner als 0,02 mm und nicht höher als 0,4 mm, und ein Abstandsmaß (P) zwischen den einander in einer Fluidströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten (2e) ist nicht kleiner als 0,02 mm und nicht größer als 0,75 mm.

[0037] Als Ergebnis ist, wie in den später beschriebenen Fig. 8 und 9 gezeigt, eine Verringerung der Wärmetauschfähigkeit der Rippen verhindert und gleichzeitig können die Formen der Rippen (2) vereinfacht werden, sodass die Produktivität der Rippen (2) verbessert werden kann.

[0038] In einem Wärmeübertragungselement eines vierzehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung aus

einem dünnen Plattenelement, das in ein Fluid eingetaucht ist und dadurch die Wärme zwischen sich und dem Fluid zuführt oder empfängt, weist es Winkelabschnitte (2c), die aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind, und Planabschnitte (2a) mit mehreren Wärmetauschabschnitten (2e) mit eingeschnittenen Stücken (2d), die kontinuierlich mit Fußabschnitten der Winkelabschnitte (2c) verbunden sind, auf; und eine Winkelhöhe (H) der Winkelabschnitte (2e) ist nicht kleiner als 0,06 mm und nicht größer als 0,36 mm, und ein Abstandsmaß (P) zwischen den einander in Fluidströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten (2e) ist nicht kleiner als 0,08 mm und nicht größer als 0,68 mm.

[0039] Als Ergebnis ist, wie in den später beschriebenen Fig. 8 und 9 gezeigt, eine Verringerung der Wärmetauschfähigkeit der Rippen verhindert und gleichzeitig können die Formen der Rippen (2) vereinfacht werden, sodass die Produktivität der Rippen (2) verbessert werden kann.

[0040] In einem Wärmeübertragungselement eines fünfzehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem dreizehnten Aspekt oder vierzehnten Aspekt davon ist ein Aufstellwinkel (θ) der Winkelabschnitte (2c) nicht kleiner als 40° und nicht größer als 140° .

[0041] In einem Wärmeübertragungselement eines sechzehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des dreizehnten Aspekts bis fünfzehnten Aspekts davon sind die Winkelabschnitte (2c) in einer gekrümmten Form aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt.

[0042] In einem Wärmeübertragungselement eines siebzehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des dreizehnten bis sechzehnten Aspekts davon ist ein Verhältnis (H/L) zwischen der Winkelhöhe (H) und dem Maß (L) der Abschnitte parallel zu der Fluidströmungsrichtung der Wärmetauschabschnitte (2e) nicht kleiner als 0,5 und nicht größer als 2,2.

[0043] Als Ergebnis ist, wie in der später beschriebenen Fig. 12 gezeigt, eine Verringerung der Wärmetauschfähigkeit verhindert und gleichzeitig können die Formen der Rippen vereinfacht werden, sodass die Produktivität der Rippen verbessert werden kann.

[0044] In einem Wärmeübertragungselement eines achtzehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des dreizehnten bis siebzehnten Aspekts davon ist eine Beziehung zwischen einer Schnittform der Wärmetauschabschnitte (2e) auf einer stromaufwärtigen Seite eines Fluidstroms und einer Schnittform der Wärmetauschabschnitte (2e) auf einer stromaufwärtigen Seite des Fluidstroms im Wesentlichen symmetrisch zueinander angeordnet.

[0045] In einem Wärmeübertragungselement eines neunzehnten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des dreizehnten bis achtzehnten Aspekts davon sind die Wärmetauschabschnitte (2e) an den Planabschnitten (2a) so ausgebildet, dass sie in der Fluidströmungsrichtung in einer Reihe ausgerichtet sind.

[0046] In einem Wärmeübertragungselement eines zwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem neunzehnten Aspekt davon ist die Anzahl der Wärmetauschabschnitte (2e) größer als ein Wert $B/0,75$, wenn ein Wert (B) eine Länge eines Abschnitts parallel zu der Fluidströmungsrichtung der Planabschnitte (2a) ist und in einer Einheit von Zentimetern ausgedrückt ist.

[0047] In einem Wärmeübertragungselement eines einundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des dreizehnten bis zwanzigsten Aspekts davon ist wenigstens ein flacher Abschnitt (2f) ohne den Winkelabschnitt (2c) zwischen den einander in der Fluidströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten (2e) vorgesehen.

[0048] Hierdurch kann der Strömungswiderstand des Fluids reduziert werden.

[0049] In einem Wärmeübertragungselement eines zweiundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem einundzwanzigsten Aspekt davon ist ein Maß (B) eines Abschnitts parallel zu einer Fluidströmungsrichtung der Planabschnitte (2a) nicht kleiner als 5 mm und nicht größer als 25 mm, und ein Maß (Cn) eines Abschnitts parallel zu der Fluidströmungsrichtung der flachen Abschnitte (2f) ist vorbestimmt und ist kleiner als 1 mm.

[0050] Hierdurch kann der Strömungswiderstand des Fluids reduziert werden.

[0051] In einem Wärmeübertragungselement eines dreiundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem einundzwanzigsten Aspekt davon ist das Maß (B) eines Abschnitts parallel zu einer Fluidströmungsrichtung der Planabschnitte (2a) größer als 25 mm und nicht größer als 50 mm und ein Maß (Cn) eines Abschnitts parallel zu der Fluidströmungsrichtung der flachen Abschnitte (2f) ist nicht kleiner als 1 mm und nicht größer als 20 mm.

[0052] Hierdurch kann der Strömungswiderstand des Fluids reduziert werden.

[0053] In einem Wärmeübertragungselement eines vierundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß einem des dreizehnten bis dreiundzwanzigsten Aspekt davon ist, wenn ein Verhältnis (D/C) zwischen einer Länge (C) eines dünnen Plattenelements senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung

tung und einer Länge (D) der Winkelabschnitte (2c) senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung als Schnittlängenverhältnis (E) angenommen wird, das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,775 und nicht größer als 0,995 eingestellt.

[0054] Hierdurch ist es, wie in dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung durch Einstellen des Schnittlängenverhältnisses (E) in einem geeigneten Bereich möglich, die Geschwindigkeit der Luftströmung über die Winkelabschnitte (2c) in einem vorbestimmten Bereich nahe der maximalen Luftstromgeschwindigkeit zu erhöhen. Als Ergebnis kann der Effekt der verbesserten Wärmeübertragungsleistung der Rippe durch die Winkelabschnitte (2c) effektiv realisiert werden.

[0055] In einem Wärmeübertragungselement eines fünfundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung aus einem dünnen Plattenelement, das in ein Fluid getaucht ist und dadurch Wärme zwischen sich und dem Fluid zuführt oder empfängt, weist es einen Planabschnitt (2a) mit mehreren Wärmetauschabschnitten (2e) auf, welcher Winkelabschnitte (2c), die aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind, und eingeschnittene Stücke (2di, die kontinuierlich mit Fußabschnitten der Winkelabschnitte (2c) verbunden sind, aufweist; und wenn ein Verhältnis (D/C) zwischen einer Länge (C) eines dünnen Plattenelements senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung und einer Länge (D) der Winkelabschnitte (2c) senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung als Schnittlängenverhältnis (E) angenommen wird, das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,775 und nicht größer als 0,995 eingestellt ist.

[0056] Hierdurch ist es wie bei dem vierundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung durch Einstellen des Schnittlängenverhältnisses (E) in einem geeigneten Bereich möglich, dass die Wirkung der verbesserten Wärmeübertragungsleistungen der Rippe durch die Winkelabschnitte (2c) effektiv realisiert werden kann.

[0057] In einem Wärmeübertragungselement eines sechsundzwanzigsten Aspekts der vorliegenden Erfindung gemäß dem vierundzwanzigsten oder fünfundzwanzigsten Aspekt davon ist das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,810 und nicht größer als 0,980 eingestellt. Deshalb ist die Geschwindigkeit der Luftströmung über die Winkelabschnitte (2c) weiter erhöht und die Wärmeübertragungsleistung der Rippe kann weiter verbessert werden.

[0058] Der Begriff "symmetrisch" in dem ersten, fünften und achtzehnten Aspekt wird in einem solchen Fall verwendet, dass die Kollisionswände (2c), die L-artige Schnittform mit den Kollisionswänden

(2c) oder die Wärmetauschabschnitte (2e) mit den Winkelabschnitten (2c) grundsätzlich in einem symmetrischen Zustand bezüglich der Luft (Fluid) – Strömungsrichtung angeordnet sind, aber er wird, wie in der Beschreibung der Ausführungsbeispiele später beschrieben, auch in solchen Fällen wie einem Fall mit einem kleinen Abschnitt mit einer unsymmetrischen Form und einem Fall, in welchem die Anzahl der Kollisionswände (2c), der Winkelabschnitte (2c) oder der Wärmetauschabschnitte (2e) in der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms (Fluidstroms) von jener in der stromabwärtigen Seite davon in einem kleinen Maß unterschiedlich ist, oder dergleichen verwendet.

[0059] Mit anderen Worten ist der Begriff "symmetrisch" nicht auf einen vollständig symmetrischen Fall begrenzt, sondern wird verwendet, um den im Wesentlichen symmetrischen Fall einzuschließen, bei welchem während der Rippenbildung eine Konzentration des Rippenmaterials in einem gewissen Bereich verhindert wird.

[0060] Die jeder Einrichtung beigefügten Symbole in den Klammern sind Beispiele zum Zeigen der Entprechung mit in den späteren Ausführungsbeispielen beschriebenen speziellen Einrichtungen.

[0061] Die vorliegende Erfindung ist aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen besser verständlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0062] Darin zeigen:

[0063] Fig. 1 eine Vorderansicht eines Wärmetauschers gemäß den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung.

[0064] Fig. 2A eine Perspektivansicht von Hauptkomponenten eines Wärmetauschers gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0065] Fig. 2B eine Schnittansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 2A.

[0066] Fig. 3 eine beispielhafte Zeichnung einer Walzformvorrichtung.

[0067] Fig. 4 eine Schnittansicht einer Rippe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0068] Fig. 5 eine perspektivische Zeichnung von Hauptkomponenten eines Wärmetauschers gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0069] Fig. 6A eine Schnittansicht einer Rippenanordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0070] Fig. 6B eine Schnittansicht einer weiteren Rippenanordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0071] Fig. 6C eine Schnittansicht einer weiteren Rippenanordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0072] Fig. 6D eine Schnittansicht einer weiteren Rippenanordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0073] Fig. 7 eine Schnittansicht von Rippen, die die Definitionen einer Winkelhöhe H und eines Abstandsmaßes P zwischen Wärmetauschabschnitten **2e** zeigt.

[0074] Fig. 8 ein Diagramm eines numerischen Simulationsergebnisses, das die Beziehung des Abstandsmaßes P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** bezüglich der Wärmetauschleistung zeigt.

[0075] Fig. 9 ein Diagramm eines numerischen Simulationsergebnisses, das die Beziehung der Winkelhöhe H bezüglich der Wärmetauschleistung zeigt.

[0076] Fig. 10 ein Diagramm eines numerischen Simulationsergebnisses unter Verwendung des Abstandsmaßes P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** als Parameter.

[0077] Fig. 11 ein Diagramm eines numerischen Simulationsergebnisses unter Verwendung der Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** als Parameter.

[0078] Fig. 12 ein Diagramm einer Summenbeziehung zwischen dem Verhältnis (H/L) und der Wärmetauschleistung, wobei das Verhältnis (H/L) durch das Verhältnis des Maßes H eines Abschnitts parallel zu der Luftströmungsrichtung der Wärmetauschabschnitte **2e** bezüglich des Maßes L eines Abschnitts senkrecht zu der Richtung parallel zu der Luftströmungsrichtung der Wärmetauschabschnitte **2e** spezifiziert.

[0079] Fig. 13A eine beispielhafte Zeichnung eines Luftstroms über die Winkelabschnitte **2c**.

[0080] Fig. 13B eine beispielhafte Zeichnung eines weiteren Luftstroms über die Winkelabschnitte **2c**.

[0081] Fig. 14A eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von Winkelabschnitten gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0082] Fig. 14B eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0083] Fig. 14C eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0084] Fig. 14D eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0085] Fig. 15A eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von noch weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0086] Fig. 15B eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von noch weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0087] Fig. 15C eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von noch weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0088] Fig. 15D eine Schnittansicht einer Rippe, die eine Anordnung von noch weiteren Winkelabschnitten gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0089] Fig. 16 eine Perspektivdarstellung von Hauptkomponenten eines Wärmetauschers gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0090] Fig. 17 eine Schnittansicht einer Rippe eines Wärmetauschers gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0091] Fig. 18 eine Schnittansicht einer Rippe eines Wärmetauschers gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0092] Fig. 19 eine Perspektivdarstellung von Hauptkomponenten eines Wärmetauschers gemäß einem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0093] Fig. 20 eine Schnittansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 19.

[0094] Fig. 21 ein Diagramm der Beziehung zwischen dem Schnittlängenverhältnis E und der mittleren Luftströmungsgeschwindigkeit von Winkelabschnitten gemäß dem elften Ausführungsbeispiel.

[0095] Fig. 22 eine Draufsicht von Hauptkomponenten zur Veranschaulichung eines Effekts des elften Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, wobei (a) eine allgemeine Darstellung zeigt und (b) und (c) vergrößerte Darstellungen eines Abschnitts Z in (a) zeigen.

[0096] Fig. 23A ein Diagramm der Verteilung der Luftströmungsgeschwindigkeit in der Längsrichtung der Rippe.

[0097] Fig. 23B eine Draufsicht von Hauptkomponenten, die eine Konstruktion entsprechend Fig. 23A in Längsrichtung der Rippe einer horizontalen Achse davon zeigt.

[0098] Fig. 24 eine Perspektivdarstellung von Hauptkomponenten eines Wärmetauschers gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0099] Fig. 25 in (a) eine Draufsicht von Hauptkomponenten eines Wärmetauschers gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und in (b) und (c) Draufsichten von Hauptkomponenten von Vergleichsbeispielen zu dem zwölften Ausführungsbeispiel.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0100] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung auf einen Wärmestrahler einer Klimaanlage für ein Fahrzeug angewendet. Fig. 1 ist eine Vorderansicht des Wärmetauschers, d.h. des Wärmestrahlens gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, und Fig. 2A ist eine Perspektivdarstellung von Hauptkomponenten des Wärmetauschers gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel und Fig. 2B ist eine Schnittansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 2A. In Fig. 1 strömt eine Luft in einer vertikalen Richtung der Zeichnung.

[0101] Insbesondere ist der Wärmestrahler ein Wärmetauscher, der auf einer Hochdruckseite einer Dampfkompansions-Kühlvorrichtung zum Kühlen eines Kältemittels durch Zerstreuen der Wärme des aus einem Kompressor ausgegebenen Kältemittels vorgesehen ist. Wenn ein Ausgabedruck niedriger als der kritische Druck des Kältemittels ist, kondensiert das Kältemittel in dem Wärmestrahler und gleichzeitig wird die durch einen Verdampfapparat absorbierte Wärme zerstreut, und wenn der Ausgabedruck nicht niedriger als der kritische Druck des Kältemittels ist, kondensiert das Kältemittel in dem Wärmestrahler nicht und zerstreut die durch den Verdampfapparat absorbierte Wärme, und als Ergebnis wird die Tem-

peratur des Kältemittels reduziert.

[0102] Genauer weist der Wärmestrahler mehrere Rohre 1, durch welche das Kältemittel strömt, Rippen 2, die an der Außenfläche des Rohrs 1 angebracht sind und die Wärmeübertragungsfläche zum Wärmeaustausch mit Luft vergrößern, um so den Wärmeaustausch zwischen dem Kältemittel und der Luft zu vereinfachen, Verteilerbehälter 3, die sich in der Richtung senkrecht zu der Längsrichtung der Rohre 1 an den beiden Längsenden der Rohre 1 erstrecken und mit den Enden der Rohre 1 in Verbindung stehen, Einsätze 4, die als Verstärkung für einen Kernabschnitt mit den Rohren 1, den Rippen 2 und dergleichen dienen, auf, wie in Fig. 1 dargestellt.

[0103] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Rohre 1, die Rippen 2, die Verteilerbehälter 3 und die Einsätze 4 alle aus einem Metall (zum Beispiel eine Aluminiumlegierung) gemacht und miteinander durch Löten verbunden.

[0104] Übrigens hat das Rohr 1 durch Extrudieren oder Zurückziehen eines Metallmaterials eine flache Form, besitzt mehrere Löcher und ist innen mit mehreren Kältemittelkanälen versehen, wie in Fig. 2A dargestellt, und die Rippen 2 sind an den flachen Abschnitten des Rohrs 1 durch Löten angebracht.

[0105] Die Rippe 2 ist eine als Welle geformte Wellrippe und besitzt Biegeabschnitte 2b, welche gebogen sind, um benachbarte Planabschnitte 2a zu verbinden, welche im Wesentlichen flache Plattenformen besitzen und nebeneinander angeordnet sind. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Wellrippen 2 mit einer wellenartigen Form durch Durchführen einer Walzformung an einem dünnen metallischen Plattenmaterial ausgebildet. Die Biegeabschnitte 2b der Rippe 2 sind an den flachen Abschnitt (Planabschnitt) des Rohrs 1 hartgelötet.

[0106] Der Planabschnitt 2a der Rippe 2 ist dann mit mehreren Winkelabschnitten 2c versehen, welche durch Aufstellen von Teilen des Planabschnitts 2a in einem im Wesentlichen rechten Winkel gebildet sind.

[0107] Das Schneiden und Aufstellen von Teilen mit im Wesentlichen 90° bedeutet, dass in der Praxis Teile des Planabschnitts 2a geschnitten und mit im Wesentlichen 90° bezüglich der Fläche des Planabschnitts 2a aufgestellt werden. Der Aufstellwinkel der Winkelabschnitte 2c kann um einen kleinen Winkel erhöht oder erniedrigt sein und kann deshalb etwa 90° betragen.

[0108] Auf die Winkelabschnitte 2c trifft die über die Oberfläche der Rippe 2, d.h. den Planabschnitt 2a strömende Luft, um so den Luftstrom über den Planabschnitt 2a zu stören. Durch diesen Aufbau ist der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen der Rippe 2

und der Luft vergrößert.

[0109] Deshalb funktionieren die Winkelabschnitte **2c** als Kollisionswände gegen einen Luftstrom. Ein flacher plattenartiger Abschnitt, der den Planabschnitt **2a** der Rippe **2** mit einem Fußabschnitt des Winkelabschnitts **2** verbindet, wird als ein geschnittenes Stück **2d** bezeichnet. Die eingeschnittenen Stücke **2d** und die Winkelabschnitte **2c** bilden einen L-förmigen Schnitt.

[0110] Konkret sind, wenn der Planabschnitt **2a** in der Luftströmungsrichtung durch die virtuelle Ebene L_0 in zwei gleiche Teile, d.h. die stromaufwärtige Seite und die stromabwärtige Seite geteilt ist, die Anzahl der Winkelabschnitte **2c** auf der stromaufwärtigen Seite und jene auf der stromabwärtigen Seite im Wesentlichen gleich, und gleichzeitig sind die Winkelabschnitte **2c** auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms durch Aufstellen der luftstromabwärtigen Teile der eingeschnittenen Stücke **2d** mit im Wesentlichen 90° gemacht und die Winkelabschnitte **2c** auf der luftstromabwärtigen Seite sind durch Aufstellen der luftstromaufwärtigen Teile der eingeschnittenen Stücke **2d** mit im Wesentlichen 90° gemacht.

[0111] Als nächstes wird nachfolgend allgemein das Herstellungsverfahren der Rippen **2** beschrieben.

[0112] Fig. 3 ist eine beispielhafte Zeichnung eines Walzformgeräts. In der Zeichnung wird eine aus einem Rollenmaterial (Abwickelhaspel) **10** gezogenes dünnes, plattenartiges Rippenmaterial **11** mit einer speziellen Spannung durch eine Zugmaschine **12**, die eine vorbestimmte Zugkraft auf das Rippenmaterial **11** ausübt, gezogen.

[0113] Die Zugmaschine **12** weist einen Gewichtszugabschnitt **12a**, der mittels der Schwerkraft eine konstante Zugkraft auf das Rippenmaterial **11** ausübt, und einen Walzenzugabschnitt **12d**, welcher eine entsprechend dem Vorschub des Rippenmaterials **11** drehende Druckwalze **12b** und eine über die Druckwalze **12b** vorbestimmte Zugkraft auf das Rippenmaterial **11** ausübende Federeinrichtung **12c** enthält, auf.

[0114] Die vorbestimmte Zugkraft wird auf das Rippenmaterial **11** durch die Zugmaschine **12** so ausgeübt, dass die Rippenhöhe jeder der Rippen, welche durch eine später beschriebene Rippenformmaschine **13** in Winkelformen gebogen und geformt werden, auf einer konstanten Höhe gehalten wird.

[0115] Die Rippenformmaschine **13** biegt das Rippenmaterial **11**, auf welches die vorbestimmte Zugkraft durch die Zugmaschine **12** ausgeübt wird, um mehrere der Biegeabschnitte **2b** (Fig. 2A und 2B) zu bilden und das Rippenmaterial **11** in eine Wellenform zu bringen, und formt gleichzeitig die Winkelabschnit-

te **2c** an dem Bereich entsprechend dem Planabschnitt **2a**.

[0116] Die Rippenformmaschine **13** weist ein Paar zahnradartiger Formwalzen **13a** und Schneidmaschinen, welche an Zahnflächen der Formwalzen **13a** vorgesehen sind und die Winkelabschnitte **2c** bilden, auf. Wenn das Rippenmaterial **11** durch einen Raum zwischen Formwalzen **13a** läuft, wird das Rippenmaterial **11** so gebogen, dass es die Zahnabschnitte **13b** der Formwalzen **13a** kontaktiert und in eine Wellenform geformt wird, und gleichzeitig werden die Winkelabschnitte **2c** daran ausgebildet.

[0117] Eine Schneidmaschine **14** schneidet das Rippenmaterial **11** in eine vorbestimmte Länge, so dass die Biegeabschnitte **2b** in einer vorbestimmten Anzahl an der Rippe **2** ausgebildet werden. Das in die vorbestimmte Länge geschnittene Rippenmaterial **11** wird durch eine Transportvorrichtung **15** zu einer später beschriebenen Nachbehandlungsvorrichtung **16** geschickt.

[0118] Der Abstand zwischen den benachbarten Biegeabschnitten **2b** der durch Biegen in einer Wellenform gebildeten Wellenrippe **2** wird im Allgemeinen als Rippenabstand P_f bezeichnet. Das Rippenabstand P_f , wie er in Fig. 2B als Schnittansicht in der Rippe dargestellt ist, beträgt das Zweifache des Abstandes zwischen den benachbarten Planabschnitten **2a**.

[0119] Im Detail ist der Rippenabstand (P_f) der fertiggestellten Rippe **2** (der Abstand zwischen den benachbarten Biegeabschnitten **2b**) klein, wenn der Druckwinkel der Formwalzen **13a** vergrößert ist. Der Rippenabstand (P_f) der fertiggestellten Rippe **2** ist groß, wenn der Druckwinkel der Formwalzen **13a** verkleinert ist. In diesem Fall können, falls der Unterschied zwischen dem Modul der Formwalzen **13a** und jenem der Transportwalzen **15a** innerhalb 10% liegt, die Rippen ohne Austauschen der Transportwalzen **15a** gebildet werden.

[0120] Die Nachbehandlungsvorrichtung **16** bearbeitet die Welligkeit der Biegeabschnitte **2b** durch Pressen der Biegeabschnitte **2b** aus der Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Stegrichtung der Biegeabschnitte **2b** nach. Die Nachbehandlungsvorrichtung **16** weist ein Paar Nachbehandlungswalzen **16a**, **16b**, die das Rippenmaterial **11** in der Art eines Sandwichs zwischen sich nehmen, auf und wird in Abhängigkeit von der Bewegung des Rippenmaterials **11**, wenn es fortschreitet, gedreht. Die Nachbehandlungswalzen **16a**, **16b** sind so angeordnet, dass eine die Drehzentren der Nachbehandlungswalzen **16a**, **16b** verbindende Linie senkrecht zu der Transportrichtung des Rippenmaterials **11** ist.

[0121] Eine Bremsvorrichtung **17** weist Bremsflä-

chen **17a**, **17b** auf, die mit mehreren der Biegeabschnitte **2b** in Kontakt kommen, zum Erzeugen einer Reibungskraft in die Gegenrichtung der Transportrichtung des Rippenmaterials **11**. Die Bremsvorrichtung **17**, welche in der Transportrichtung des Rippenmaterials mehr stromabwärtig angeordnet ist als die Nachbehandlungsvorrichtung **16**, presst und kontrahiert das Rippenmaterial **11** durch Übertragen einer durch die Transportvorrichtung **15** erzeugten Kraft und durch eine an den Bremsflächen **17a**, **17b** erzeugte Reibungskraft, sodass die Biegeabschnitte **2b** des Rippenmaterials **11** miteinander in Kontakt kommen.

[0122] Ein Bremsschuh **17c**, der mit der Bremsfläche **17a** versehen ist, ist drehbar an einem Ende des Bremsschuhs **17c** gehalten, und ein Federelement **17d**, das als Reibungskrafteinstellmechanismus wirkt, ist an dem anderen Ende davon angeordnet. Die an den Bremsflächen **17a**, **17b** erzeugte Reibungskraft wird durch Einstellen der Durchfederung des Federelements **17d** eingestellt. Der Bremsschuh **17c** und ein die Bremsfläche **17b** bildender Plattenabschnitt **17e** sind aus einem abriebfesten Material, wie beispielsweise einem Stempelstahl gemacht.

[0123] Als nächstes wird die Funktionsweise der Walzformvorrichtung zum Formen der Rippen gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel entsprechend der Schrittfolge des in der Walzformvorrichtung durchgeführten Prozesses beschrieben.

[0124] Das Rippenmaterial **11** wird von der Materialrolle **10** gezogen (Abziehprozess), wobei auf das abgezogene Rippenmaterial die vorbestimmte Zugkraft in der Vorschubrichtung des Rippenmaterials **11** ausgeübt wird (Zugerzeugungsprozess). Dann werden die Biegeabschnitte **2b** und die Winkelabschnitte **2c** an dem Rippenmaterial **11** durch die Rippenformmaschine **13** gebildet (Rippenformprozess), und das Rippenmaterial **11** wird durch die Schneidemaschine **14** in die vorbestimmte Länge geschnitten (Schneideprozess).

[0125] Als nächstes wird das in die vorbestimmte Länge geschnittene Rippenmaterial **11** durch die Transportvorrichtung **15** zu der Nachbehandlungsvorrichtung **16** transportiert (Transportprozess). Die Biegeabschnitte **2b** werden dann durch die Nachbehandlungsvorrichtung **16** gepresst, sodass die Welligkeit des Rippenmaterial **11** nachbehandelt wird (Nachbehandlungsprozess), und gleichzeitig wird das Rippenmaterial **11** durch die Bremsvorrichtung **17** verengt, sodass die benachbarten Biegeabschnitte **2b** miteinander in Kontakt kommen (Verengungsprozess).

[0126] Ferner wird das Rippenmaterial **11** nach dem Verengungsprozess durch seine Elastizität gedehnt und so geformt, dass es den vorbestimmten Rippen-

abstand (Pf) besitzt. Die Prüfprozesse, wie beispielsweise ein Maßprüfprozess, werden durchgeführt und das Formen der Wellrippen wird beendet.

[0127] Als nächstes werden die Wirkungen und Funktionen des vorliegenden Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0128] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden, da Gruppen aus mehreren Winkelabschnitten **2c** so vorgesehen sind, dass sie in der Luftströmungsrichtung im Wesentlichen symmetrisch zueinander sind, auf das dünne plattenartige Rippenmaterial **11** in einer Richtung, in der die Biegeverformung des dünnen plattenartigen Rippenmaterials **11** während des Rippenformprozesses aufgehoben ist, kontinuierlich Biegekräfte ausgeübt. Demgemäß kann, wenn die Winkelabschnitte **2c** gebildet werden, im Voraus verhindert werden, dass das Rippenmaterial **11** in einem Zustand, in dem sich die wiederholten Verformungen des Rippenmaterials **11** in der gleichen Richtung häufen, verformt, mit anderen Worten wird das Rippenmaterial **11** in eine Querrichtung des Rippenmaterials **11**, d.h. die Luftströmungsrichtung gebogen wird. Deshalb können die Schwankungen in der Form, der Größe und dergleichen der eingeschnittenen Stücke **2d** und der Winkelabschnitte **2c** verringert werden.

[0129] Als Ergebnis kann, während der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen Luft und den Rippen **2** durch die durch die Winkelabschnitte **2c** verursachte Wirbelstromwirkung vergrößert ist und auch die Wärmetauscherleistung verbessert ist, die Form der Rippen **2** vereinfacht werden, sodass die Produktivität der Rippen **2** verbessert werden kann.

[0130] Gemäß einer Studie durch die Anmelderin ist es bevorzugt, dass die Dicke jeder Rippe **2** zwischen 0,01 und 0,1 mm eingestellt ist, die Höhe h jedes Winkelabschnitts (siehe **Fig. 2B**) zwischen 0,1 und 0,5 mm eingestellt ist, und das Abstandsmaß p zwischen den Winkelabschnitten **2c** (siehe **Fig. 2B**) zwischen das 1,5- und das 5-fache der Winkelhöhe h der Winkelabschnitte **2c** eingestellt ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Dicke jeder Rippe **2** auf 0,05 mm, die Höhe h jedes Winkelabschnitts auf 0,2 mm und das Abstandsmaß p zwischen den Winkelabschnitten **2c** auf das 2,5-fache der Winkelhöhe h der Winkelabschnitte **2c** eingestellt.

[0131] Die Winkelhöhe H ist eine Höhe des Winkelabschnitts einschließlich der Dicke der Rippe **2**, wie in den später beschriebenen **Fig. 7**, **14** und **15** deutlich dargestellt.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0132] In einem zweiten Ausführungsbeispiel werden, wie in **Fig. 4** dargestellt, die Winkelhöhen h von

mehreren der Winkelabschnitte **2c**, die auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordnet sind, allmählich so variiert, dass sie zu der stromabwärtigen Richtung des Luftstroms größer werden. Andererseits sind alle Winkelhöhen h von mehreren der Winkelabschnitte **2c**, die auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms angeordnet sind, identisch, vorbestimmt und kleiner als die kleinste Winkelhöhe h des an der stromabwärtigsten Seite angeordneten Winkelabschnitts **2c** der mehreren auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Winkelabschnitte **2c**.

[0133] Hierdurch sind alle Winkelhöhen h von mehreren Winkelabschnitten **2c** auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms größer als jene der übrigen Winkelabschnitte **2c** und deshalb ist der Wärmeübertragungskoeffizient zwischen Luft und den Rippen **2** durch Erzeugen eines Wirbelstroms an der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms erhöht und der Anstieg des Gesamtdruckverlusts (Luftstromwiderstand) wird durch Verändern eines übermäßigen Wirbelstroms an der stromabwärtigen Seite des Luftstroms verhindert.

[0134] Selbst wenn der Effekt des Wirbelstroms durch Vergrößern der Höhe der Winkelabschnitte **2c** auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms vergrößert sein mag, wird, da die Rippen auf der stromabwärtigen Seite nicht effektiv dem Wärmeaustausch dienen können und der Druckverlust (Luftstromwiderstand) erhöht ist, die ausgetauschte Wärme verringert.

[0135] Da im zweiten Ausführungsbeispiel die Winkelhöhen H von mehreren der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Winkelabschnitte **2c** allmählich zu der stromaufwärtigen Richtung des Luftstroms größer werden, ist die Gruppe der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Winkelabschnitte **2c** nicht vollständig zu der Gruppe auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Winkelabschnitte **2c** symmetrisch, sondern beide Gruppen der Winkelabschnitte **2c** haben L-förmige Schnitte, welche ein gemeinsames Merkmal sind, und die L-förmigen Schnitte der Gruppen sind im Wesentlichen symmetrisch. Deshalb hat die Anordnung der Winkelabschnitte **2c** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel eine im Wesentlichen symmetrische Beziehung im Sinne der vorliegenden Erfindung.

[0136] In dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel ist die Anzahl der Winkelabschnitte **2c** auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms gleich jener auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms (jeweils 9) gesetzt, aber auch wenn die Anzahl um ein kleines Maß, wie beispielsweise 1 unterschiedlich zueinander ist, ist die Beziehung der beiden Gruppen der Winkelabschnitte **2c** in der "im Wesentlichen

symmetrischen Beziehung" gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

[0137] In den oben beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsbeispielen sind Wärmetauscher mit den in einer Wellenform durch Biegen ausgebildeten Wellrippen **2** offenbart. Dagegen ist die vorliegende Erfindung in einem dritten Ausführungsbeispiel auf einen Wärmetauscher mit plattenartigen Rippen **2**, die in plattenartigen Formen ausgebildet sind, angewendet, wie in **Fig. 5** dargestellt.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

[0138] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen sind eine Gruppe der Winkelabschnitte **2c** auf der stromaufwärtigen Seite und die andere Gruppe der Winkelabschnitte **2c** auf der stromabwärtigen Seite bezüglich der virtuellen Eben L_0 symmetrisch zueinander. Andererseits sind in einem vierten Ausführungsbeispiel eine Gruppe der Winkelabschnitte **2c** auf der stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms und die andere Gruppe der Winkelabschnitte **2c** auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms in einem Beispiel, wie es in **Fig. 6A** dargestellt ist, bezüglich des Plattenabschnitts **2a** symmetrisch zueinander, oder in Beispielen, die in **Fig. 6B** und **6C** dargestellt sind, sind Gruppen, die jeweils durch ein Paar der Winkelabschnitte **2c**, welche symmetrisch zueinander sind, gebildet sind, in der Luftströmungsrichtung ausgerichtet.

[0139] Alternativ ist in einem Beispiel, wie in **Fig. 6D** dargestellt, die Position jedes Winkelabschnitts **2c** bezüglich des eingeschnittenen Stücks **2d** entgegengesetzt zu jener in dem ersten Ausführungsbeispiel. Es können natürlich beliebige der in **Fig. 6A**, **6B**, **6C** und **6D** dargestellte Anordnungen und die Anordnung des zweiten Ausführungsbeispiels (dargestellt in **Fig. 4**) kombiniert werden.

(Fünftes Ausführungsbeispiel)

[0140] **Fig. 7** zeigt eine Schnittansicht der Rippe zur Veranschaulichung eines fünften Ausführungsbeispiels, und die Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** ist auf 0,02 mm oder größer und 0,4 mm oder kleiner eingestellt, und gleichzeitig ist das Abstandsmaß P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e**, die aus den Winkelabschnitten **2c** und den eingeschnittenen Stücken **2d**, welche kontinuierlich mit den Fußabschnitten der Winkelabschnitte **2c** verbunden sind, aufgebaut sind, auf 0,02 mm oder größer und 0,75 mm oder kleiner eingestellt.

[0141] Wie in **Fig. 7** dargestellt, ist das Abstandsmaß P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** das Maß, das einen Abstand zwischen den benach-

barten Wärmetauschabschnitten **2e**, die in der Luftströmungsrichtung beabstandet sind, darstellt, und die Winkelhöhe H ist gleich dem Maß eines Teils des Wärmetauschabschnitts **2e** parallel zu der Richtung senkrecht zu der Luftströmungsrichtung.

[0142] **Fig. 8** zeigt das numerische Simulationsergebnis, das eine Beziehung zwischen dem Abstandsmaß P der Wärmetauschabschnitte **2e** und der Wärmetauschfähigkeit der Rippen **9** darstellt, und **Fig. 9** zeigt das numerische Simulationsergebnis, das eine Beziehung zwischen der Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** und der Wärmetauschfähigkeit darstellt. Wie deutlich aus **Fig. 8** und **9** hervorgeht, ist in dem Fall, dass die Winkelhöhe H auf 0,02 mm oder größer und 0,4 mm oder kleiner eingestellt ist und gleichzeitig das Abstandsmaß P der Wärmetauschabschnitte **2e** auf 0,02 mm oder größer und 0,75 mm oder kleiner eingestellt ist, die Wärmetauschfähigkeit verbessert.

[0143] Die Wärmetauschfähigkeit wird basierend auf der Multiplikation des Wärmeübertragungskoeffizienten und der Wärmeübertragungsfläche bestimmt. In **Fig. 8** und **9** ist die Schwankung der Verhältnisse der Wärmetauschfähigkeit der Rippen der vorliegenden Erfindung gegenüber jener von Rippen eines herkömmlichen Wärmetauschers, bei welchem eine Luftklappe eingebaut ist und welche als Referenz benutzt wird, gemäß der Schwankung des Abstandsmaßes P bzw. der Winkelhöhe H angezeigt.

[0144] Wenn die Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** oder der Abstand (das Abstandsmaß) P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** variiert, variiert auch der Druckverlust (Luftströmungswiderstand) der um die Rippe **2**, d.h. den Planabschnitt **2a** strömenden Luft und deshalb ist in der numerischen Simulation, wie in **Fig. 8** und **9** dargestellt, die Wärmetauschfähigkeit durch Verändern der Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** und des Abstandes P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** so berechnet, dass der Druckverlust (Luftströmungswiderstand) im Wesentlichen gleich wird, indem ein Rippenabstand P_f , welcher das Zweifache des Abstandes zwischen den benachbarten Plattenabschnitten **2a** ist (siehe **Fig. 2B** und **4**), entsprechend der Veränderung der Höhe H der Winkelabschnitte **2c** oder des Abstandes P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** variiert wird.

[0145] Im Detail wird, falls der Rippenabstand vergrößert wird, der Luftströmungswiderstand verringert, wie in **Fig. 10** und **11** dargestellt, während die Anzahl der Planabschnitte **2a** verringert wird, sodass die Wärmeübertragungsfläche (Wärmetauschfläche) und der Wärmeübertragungskoeffizient verkleinert werden. Falls dagegen der Rippenabstand verkleinert wird, wird die Anzahl der Planabschnitte **2a** vergrößert, sodass die Wärmeübertragungsfläche und

der Wärmeübertragungskoeffizient vergrößert werden, während der Luftströmungswiderstand vergrößert wird.

[0146] **Fig. 10** zeigt das Ergebnis des numerischen Simulationstests, bei welchem der Abstand P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** als Parameter verwendet wird, und **Fig. 11** zeigt das Ergebnis des numerischen Simulationstests, bei welchem die Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** als Parameter verwendet wird.

[0147] Da die Winkelabschnitte **2c** aus dem Planabschnitt **2a** geschnitten und aufgestellt werden, variiert das Maß L (siehe **Fig. 7**) eines Teils des Wärmetauschabschnitts **2e** parallel zu der Luftströmungsrichtung entsprechend der Höhe H der Winkelabschnitte **2c** und dem Abstand P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e**.

[0148] In diesem Fall ist das Verhältnis ($= H/L$) als Verhältnis der Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c**, d.h. des Maßes H des Teils des Wärmetauschabschnitts **2e** parallel zu der Richtung senkrecht zu der Luftströmungsrichtung, bezüglich des Maßes L des Teils davon parallel zu der Luftströmungsrichtung definiert. Deshalb ist basierend auf **Fig. 8** und **9** die Summenbeziehung zwischen dem Verhältnis H/L und der Wärmetauschfähigkeit in **Fig. 12** gezeigt.

[0149] Deshalb kann, wenn das Verhältnis ($= H/L$) der Winkelhöhe H der Wärmetauschabschnitte **2e** bezüglich des Maßes L des Teils der Wärmetauschabschnitte **2e** parallel zu der Luftströmungsrichtung nicht kleiner als 0,5 und nicht größer als 2,2 ist, eine hohe Wärmetauschfähigkeit erzielt werden.

(Sechstes Ausführungsbeispiel)

[0150] Im fünften Ausführungsbeispiel sind die Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** und der Abstand P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** so bestimmt, dass die Wärmetauschfähigkeit gleich oder höher als die Wärmetauschfähigkeit der Rippen des mit Luftklappen versehenen herkömmlichen Wärmetauschers erzielt werden kann, obwohl aktuelle Produkte in der Größe, usw. variieren.

[0151] Deswegen ist im sechsten Ausführungsbeispiel, da eine 20%-Schwankung der Wärmetauschfähigkeit berücksichtigt wird, die Winkelhöhe H der Winkelabschnitte **2c** auf 0,06 mm oder größer und 0,36 mm oder kleiner eingestellt, und gleichzeitig ist der Abstand P zwischen den Wärmetauschabschnitten **2e** auf 0,08 mm oder größer und 0,68 mm oder kleiner eingestellt.

(Siebtes Ausführungsbeispiel)

[0152] In dem oben beschriebenen Ausführungs-

beispiel ist, wenn sich die Luftströmung um die Winkelabschnitte **2c** (insbesondere um die Winkelabschnitte **2c** an der stromabwärtigen Seite des Luftstroms) schlängelt, wie in **Fig. 13A** dargestellt, die Wärmetauschfähigkeit (der Wärmeübertragungskoeffizient) verbessert und deshalb ist der Schnitt- und Aufstellwinkel der Winkelabschnitte **2c** nicht auf die im Wesentlichen 90° beschränkt und, wie in **Fig. 13B** dargestellt, Teile des Planabschnitts **2A** können bis zu dem Maß geschnitten und aufgestellt werden, dass der Luftstrom schlängeln kann.

[0153] Deshalb kann im siebten Ausführungsbeispiel konkret der Stütz- und Aufstellwinkel θ der Winkelabschnitte **2c** nicht kleiner als 40° und nicht größer als 140° sein. Deshalb ist die Schnittform der Wärmetauschabschnitte **2e** nicht auf die L-Form beschränkt und kann zum Beispiel verschiedene Schnittformen haben, wie in **Fig. 14A** bis **14D** und **Fig. 15A** bis **15D** dargestellt.

[0154] In diesem Fall bedeuten der Schnitt- und Aufstellwinkel θ der Winkelabschnitte **2c** den durch Schneiden und Aufstellen des Planabschnitts **2a** aus dem Referenzzustand, in welchem der Planabschnitt **2a** nicht geschnitten und aufgestellt ist, gebildeten Winkel.

[0155] **Fig. 14A** zeigt ein Beispiel, in welchem der Schnitt- und Aufstellwinkel θ etwa 40° beträgt; **Fig. 14B** zeigt ein Beispiel, in welchem der Schnitt- und Aufstellwinkel θ etwa 40° beträgt; und **Fig. 14C** und **14D** zeigen Beispiele, in welchen der Schnitt- und Aufstellwinkel θ etwa 40° beträgt und die eingeschnittenen Stücke **2d** ebenso gebogen sind, um bezüglich des Planabschnitts **2a** geneigt zu sein.

[0156] **Fig. 15A** zeigt ein Beispiel, in welchem ein Teil des eingeschnittenen Stücks **2d**, das auf der abgewandten Seite des Winkelabschnitts **2c** vorhanden ist, so gebogen ist, dass es in die Richtung ähnlich dem Winkelabschnitt **2c** aufgestellt ist. **Fig. 15B** zeigt ein Beispiel, bei welchem die Winkelabschnitte **2c** so geschnitten und aufgestellt sind, dass sanfte bogenartige, gekrümmte Flächen von den eingeschnittenen Stücken **2d** zu den Winkelabschnitten **2c** gebildet sind. **Fig. 15C** zeigt ein Beispiel, in dem, während sanfte bogenartige, gekrümmte Flächen von den eingeschnittenen Stücken **2d** zu den Winkelabschnitten **2c** gebildet sind, ein Teil des eingeschnittenen Stücks **2d**, der in der abgewandten Seite des Winkelabschnitts **2c** vorhanden ist, in eine gekrümmte Fläche in der Richtung ähnlich dem Winkelabschnitt **2c** gebogen ist. **Fig. 15D** zeigt ein Beispiel, in welchem die Richtungen der aufgestellten Teile der Winkelabschnitte **2c** abwechselnd geändert sind.

(Achstes Ausführungsbeispiel)

[0157] Ein achtes Ausführungsbeispiel betrifft die

Anzahl der Wärmetauschabschnitte **2e**, d.h. der Winkelabschnitte **2c**.

[0158] Insbesondere ist, wenn das Maß **B** des Teils des Planabschnitts **2a** parallel zu der Luftströmungsrichtung in Zentimetern ausgedrückt ist, die Anzahl n der Wärmetauschabschnitte **2e**, wie in **Fig. 16** dargestellt, größer als der Wert von $B/0,75$ eingestellt.

[0159] D.h. die Anzahl n (n ist eine natürliche Zahl) der Wärmetauschabschnitte **2e** ist durch die folgende Gleichung (1) ausgedrückt:

$$n > (B / 0,75) \quad (1)$$

(Neuntes Ausführungsbeispiel)

[0160] In einem neunten Ausführungsbeispiel, wie es in **Fig. 17** dargestellt ist, ist wenigstens ein flacher Abschnitt **2f**, an welchem der Winkelabschnitt **2c** nicht ausgebildet ist, zwischen den einander in der Luftströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten **2e** vorgesehen, und gleichzeitig ist das Maß **B** des Planabschnitts **2a** parallel zu der Luftströmungsrichtung gleich oder größer als 5 mm und gleich oder kleiner als 25 mm gemacht. Zusätzlich ist das Maß C_n des flachen Abschnitts **2f** parallel zu der Luftströmungsrichtung auf das vorbestimmte Maß (0,5 mm in diesem Ausführungsbeispiel), welches kleiner als 1 mm ist, eingestellt.

[0161] Auf diese Weise ist es möglich, den Luftströmungswiderstand zu reduzieren.

(Zehntes Ausführungsbeispiel)

[0162] In einem zehnten Ausführungsbeispiel, wie es in **Fig. 18** dargestellt ist, sind mehrere flache Abschnitte **2f** (drei in **Fig. 18**), an welchen der Winkelabschnitt **2c** nicht ausgebildet ist, zwischen den einander in der Luftströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten **2e** vorgesehen und gleichzeitig ist das Maß **B** der Planabschnitte **2a** parallel zu der Luftströmungsrichtung größer als 25 mm und kleiner als 50 mm eingestellt. Zusätzlich ist das Maß C_n der flachen Abschnitte **2f** parallel zu dem Luftströmungswiderstand auf das vorbestimmte Maß (5 mm in diesem Ausführungsbeispiel), welches nicht kleiner als 1 mm und nicht größer als 20 mm ist, eingestellt.

[0163] Auf diese Weise ist es möglich, einen Luftströmungswiderstand zu reduzieren.

(Elfte Ausführungsbeispiel)

[0164] **Fig. 19** bis **23** zeigen ein elftes Ausführungsbeispiel. Im elften Ausführungsbeispiel, wie es in **Fig. 19** dargestellt ist, ist unter der Annahme, dass die Länge der Rippe **2** senkrecht zu der Luftströmungsrichtung als **C** definiert ist, die Länge des Win-

kelabschnitts **2c** senkrecht zu der Luftströmungsrichtung als **D** definiert ist und das Verhältnis (D/C) der Länge **C** bezüglich der Länge **D** als ein Schnittlängenverhältnis **E** definiert ist, das Schnittlängenverhältnis **E** in einen optimalen Bereich eingestellt, um die Wärmetauscherleistung der Rippe **2** zu verbessern.

[0165] In diesem Fall fällt die Länge **C** der Rippe **2** senkrecht zu der Luftströmungsrichtung mit der Abstandslänge zwischen den benachbarten Rohren **1** zusammen, wie in **Fig. 22** dargestellt. **Fig. 20** ist eine Schnittansicht entlang Linie A-A in **Fig. 19**.

[0166] **Fig. 21** zeigt ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen dem Schnittlängenverhältnis **E** und der mittleren Geschwindigkeit des über die Winkelabschnitte **2c** strömenden Luftstroms (siehe **Fig. 13**) darstellt, und das Diagramm zeigt das Berechnungsergebnis einer durch die Anmelderin durchgeführten numerischen Simulation.

[0167] Die Hauptbedingungen der numerischen Simulation enthalten das in **Fig. 20** dargestellte Abstandsmaß **P** zwischen den benachbarten Wärmetauscherabschnitten **2e** gleich 0,5 mm, das Maß **L** der Luftströmungsrichtung der Wärmetauscherabschnitte **2e** gleich 0,25 mm, die Winkelhöhe **H** gleich 0,25 mm, den Rippenabstand **Pf** der Wellrippen **2** gleich 2,5 mm und die Luftgeschwindigkeit vor dem Wärmetauscher gleich 4 m/s.

[0168] Bei dieser numerischen Simulation ist die Winkellänge (Abschnittslänge) **D** auf 4,5 mm fixiert und die Rippenlänge **C** wird verändert, sodass die Veränderung der mittleren Geschwindigkeit des Luftstroms entsprechend der Veränderung des Schnittlängenverhältnisses **E** berechnet wird.

[0169] In dieser Stufe wird das Phänomen, in welchem die mittlere Geschwindigkeit des Luftstroms entsprechend der Schwankung des Schnittlängenverhältnisses **E** variiert, unter Bezugnahme auf **Fig. 22** und **23** erläutert. **Fig. 22(b)** und **Fig. 22(c)** sind vergrößerte Darstellungen des Abschnitts **Z** in **Fig. 22(a)**, **Fig. 22(b)** zeigt einen Luftstrom in einem Fall, dass das Schnittlängenverhältnis **E** (D/C) auf 0,69 eingestellt ist, und **Fig. 22(c)** zeigt einem Luftstrom in einem Fall, dass das Schnittlängenverhältnis **E** (D/C) auf 0,81 eingestellt ist.

[0170] Nicht eingeschnittene Abschnitte **2g** und **2h** sind an beiden Seitenflächen der Winkelabschnitte **2c** in dem Planabschnitt **2a** der Rippe **2** ausgebildet, und an den Winkelabschnitten **2c** vorbei strömende Luft strömt über die nicht eingeschnittenen Abschnitte **2g**, **2h** in die durch den Pfeil **G** in **Fig. 22(a)** angegebene Richtung. In diesem Fall zeigt **Fig. 22(b)** einen Zustand, in welchem das Schnittlängenverhältnis **E** (D/C) durch Vergrößern der Länge **F** der nicht eingeschnittenen Abschnitte **2g**, **2h** auf 0,69 verringert ist.

[0171] Daher ist, falls das Schnittlängenverhältnis **E** verkleinert wird, der Anteil einer Luftströmungsrate, die an den Winkelabschnitten **2c** vorbei strömt und über die nicht eingeschnittenen Abschnitte **2g**, **2h** in der durch den Pfeil **G** angegebenen Richtung strömt, bezüglich des Luftstroms nicht vernachlässigbar, wie in **Fig. 22(b)** gezeigt. Als Ergebnis wird, wenn das Schnittlängenverhältnis **E** gleich 0,69 ist, die Luftströmungsgeschwindigkeit an den nicht eingeschnittenen Abschnitten **2g**, **2h**, die außerhalb der Winkelabschnitte **2c** in der Längsrichtung der Winkelabschnitte **2c** vorgesehen sind, maximal, wie durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 23A** dargestellt, und demgemäß wird die Geschwindigkeit der über die Winkelabschnitte **2c** strömenden Luft kleiner.

[0172] Die horizontale Achse in **Fig. 23A** stellt ein Verhältnis der Position senkrecht zu einer Luftströmungsrichtung der Rippen **2**, die von der Mitte der Rippe **2** aus gemessen wird, bezüglich der Rippenlänge **C** dar. Mit anderen Worten ist die Mitte der Rippenlänge **C** als Null definiert und die Längen von der Mitte Null zu den Seitenendabschnitten der Rippe **2** sind als +1 bzw. als -1 definiert. Deshalb ist die Gesamtlänge **C** der Rippe **2** in der horizontalen Achse von **Fig. 23A** als 2 definiert.

[0173] Falls dagegen das Schnittlängenverhältnis **E** auf 0,81 erhöht ist, wie in **Fig. 22(c)** dargestellt, ist die Länge **F** der nicht eingeschnittenen Abschnitte **2g**, **2h** verringert, sodass Luft kaum über die nicht eingeschnittenen Abschnitte **2g**, **2h** gelangt. Dadurch ist die Verteilung der Luftgeschwindigkeit gleichmäßig gemacht und die Geschwindigkeit der über die Winkelabschnitte **2c** gelangenden Luft kann erhöht werden, wie durch eine strichpunktierte Linie in **Fig. 23A** dargestellt.

[0174] Ferner kann, falls das Schnittlängenverhältnis **E** auf etwa 0,94 erhöht wird, die Geschwindigkeit der über die Winkelabschnitte **2c** gelangenden Luft weiter erhöht werden, wie durch eine durchgezogene Linie in **Fig. 23A** dargestellt. Falls das Schnittlängenverhältnis **E** erhöht wird, um "1" zu erreichen, erreichen beide Enden in einer Längsrichtung der Winkelabschnitte **2c** die Wandflächen der Rohre **1** (oder die gebogenen Abschnitte **2b** der Rippe), sodass der Einfluss des Strömungswiderstands durch die Wandfläche des Rohres **1** (oder die gebogenen Abschnitte **2b** der Rippe **2**) so erhöht wird, dass die Luftströmungsgeschwindigkeit verringert wird. Deshalb wird die mittlere Luftgeschwindigkeit der über die Winkelabschnitte **2c** gelangenden Luft verringert.

[0175] Da es eine Beziehung gibt, bei welcher die Wärmeübertragungsleistung (Wärmeübertragungskoeffizient auf der Luftseite) der Rippe **2** entsprechend dem Anstieg der mittleren Luftgeschwindigkeit der über die Winkelabschnitte **2c** strömenden Luft verbessert wird, kann durch Auswählen des Schnitt-

längenverhältnisses E in dem optimalen Bereich die Wärmeübertragungsleistung der Rippe 2 effektiv verbessert werden.

[0176] In Fig. 21, welche eine Beziehung zwischen dem Schnittlängenverhältnis E und der mittleren Luftgeschwindigkeit der über die Winkelabschnitt 2c strömenden Luft zeigt, nimmt die mittlere Luftgeschwindigkeit den Maximalwert etwa bei dem Schnittlängenverhältnis $E = 0,90$ an. Daher ist es, um die Wärmeübertragungsleistung der Rippe 2 zu verbessern, am effektivsten, das Schnittlängenverhältnis E auf etwa 0,90 einzustellen. Wenn man jedoch die Schwankung des Schnittlängenverhältnisses E von aktuellen Produkten und dergleichen berücksichtigt, ist der erlaubte Verschlechterungsbereich der Wärmeübertragungsleistung davon in der Praxis derart, dass der Luftströmungsgeschwindigkeitsabfall von der maximalen Luftströmungsgeschwindigkeit in dem Bereich von im Wesentlichen 10% liegt.

[0177] Deshalb ist der Bereich des Schnittlängenverhältnisses E auf nicht weniger als 0,775 und nicht mehr als 0,995 eingestellt. Hierdurch kann die Wärmeübertragungsleistung der Rippe 2 effektiv verbessert werden. Falls das Schnittlängenverhältnis E auf nicht weniger als 0,810 und nicht mehr als 0,980 eingestellt ist, liegt der Luftströmungsgeschwindigkeitsabfall von der maximalen Luftströmungsgeschwindigkeit in dem Bereich von im Wesentlichen 6%, was für die Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung der Rippe bevorzugter ist.

(Zwölftes Ausführungsbeispiel)

[0178] Fig. 24 zeigt ein zwölftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Im zwölften Ausführungsbeispiel ist ein Vorsprung 2i, der in der stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms von der Position des Rohrendes 1 vorsteht, an der Rippe 2 ausgebildet und Winkelabschnitte 2c sind ebenfalls kontinuierlich an dem Vorsprung 2i ausgebildet. Die obige Konstruktion ist aus dem folgenden Grund gemacht.

[0179] Fig. 25(b) zeigt ein Beispiel im Vergleich zu dem zwölften Ausführungsbeispiel. In dem Beispiel fallen das stromaufwärtige Ende und das stromabwärtige Ende in dem Luftstrom der Rippe 2 mit dem stromaufwärtigen Ende bzw. dem stromabwärtigen Ende in dem Luftstrom des Rohres 1 wahrscheinlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, usw. zusammen. Deshalb ist in dem Beispiel der Vorsprung 2i der Rippe 2 gemäß dem zwölften Ausführungsbeispiel nicht vorgesehen.

[0180] Die Winkelabschnitte 2c erzeugen einen Wirbelluftstrom und verbessern die Wärmeübertragungsleistung der Rippe. Jedoch scheint es gemäß dem genauen experimentellen Studium der Anmel-

derin, dass, auch wenn die Winkelabschnitte 2c gebildet sind, ein Laminarströmungsbereich an einem Einlassbereich an dem stromaufwärtigen Ende des Luftstroms der Rippe 2 gebildet ist, wie in Fig. 25(b) dargestellt, und ein Wirbelstrombereich, d.h. ein Bereich mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten, auf der stromabwärtigen Seite des Laminarströmungsbereichs gebildet ist.

[0181] Das zwölfte Ausführungsbeispiel ist auf den obigen Punkt fokussiert, sodass der Vorsprung 2i, welcher an der stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms von der Position des Rohrendes 1 vorsteht, an der Rippe 2 ausgebildet ist und die Winkelabschnitte 2c kontinuierlich an dem Vorsprung 2i ausgebildet sind.

[0182] Gemäß dem zwölften Ausführungsbeispiel beginnt auch an dem Vorsprung 2i, der in der stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms der Rippe 2 vorsteht, die Erzeugung eines Wirbelluftstroms durch die Winkelabschnitte 2c, ein Wirbelluftstrombereich mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten kann zu der stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms als bei dem Beispiel in Fig. 25(b) verschoben werden, wie in Fig. 25(a) gezeigt. Dadurch wird ein Bereich mit hohem Wärmeübertragungskoeffizienten, der an einem Abschnitt der Rippe 2 ausgebildet ist, welche die Wandfläche des Rohres 1 kontaktiert, von dem Bereich eines Vergleichsbeispiels in Fig. 25(b) (in Fig. 25(a) durch die gestrichelte Linie mit Pfeilen angegeben) zu dem in Fig. 25(a) mit der durchgezogenen Linie mit Pfeilen angegebenen Bereich vergrößert, sodass es möglich ist, die Wärmeübertragungsleistung der Rippe effektiv zu verbessern.

[0183] Gemäß den Studien der Anmelderin ist die vorstehende Länge des Vorsprungs 2i bevorzugt auf eine Länge eingestellt, bei welcher wenigstens zwei Winkelabschnitte 2c in dem Vorsprung 2i gebildet sein können, um die Wärmeübertragungsleistung der Rippe zu verbessern.

[0184] In Fig. 25(c) eines weiteren Vergleichsbeispiels des zwölften Ausführungsbeispiels ist ein Vorsprung 2j, der von der Position des Endes des Rohres 1 in die stromabwärtige Seite eines Luftstroms vorsteht, an der Rippe 2 ausgebildet. Gemäß dem weiteren Beispiel ist es möglich, einen Wirbelluftstrombereich mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten an dem in die luftstromabwärtige Seite vorstehenden Vorsprung 2j zu erzeugen, sodass der Wirbelluftstrombereich mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten von dem Bereich des Vergleichsbeispiels in Fig. 25(b) (in Fig. 25(c) mit der gestrichelten Linie mit Pfeilen angegeben) zu dem in Fig. 25(c) mit durchgezogenen Linien mit Pfeilen angegebenen Bereich vergrößert werden kann.

[0185] Da jedoch der in die luftstromabwärtige Seite vorstehende Vorsprung **2j** entfernt von den Wandflächen der Rohre **1** vorgesehen ist, ist es für die Wärme des heißen Fluids in dem Rohr schwierig, den Vorsprung **2j** zu erreichen. Als Ergebnis kann gemäß dem weiteren Vergleichsbeispiel in **Fig. 25(c)** der Wirbelluftstrombereich mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten durch den in die luftstromabwärtige Seite vorstehenden Vorsprung **2j** zur Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung der Rippe nicht effektiv genutzt werden.

[0186] Andererseits bewirkt die Bildung des Vorsprungs **2j** eine Vergrößerung des Luftströmungswiderstandes und kann ein Problem verursachen, was die Wärmestrahlleistung eines Wärmetauschers senkt.

[0187] Demgemäß ist eine Anordnung, bei welcher die Rippe **2** nicht in die stromabwärtigere Seite des Luftstroms als das stromabwärtige Ende des Rohres **1** vorsteht, mit anderen Worten eine Anordnung, bei welcher das stromabwärtige Ende in einem Luftstrom der Rippe **2** mit jedem des Rohres **1** in einer Luftströmungsrichtung zusammenfällt (siehe **Fig. 25(a)**), vorteilhaft, um eine ausreichende Wärmestrahlleistung eines Wärmetauschers zu gewährleisten.

[0188] Bei dieser Konstruktion bedeutet das Zusammenfallen in der Anordnung, bei welcher das stromabwärtige Ende in einem Luftstrom der Rippe **2** mit jedem des Rohres **1** zusammenfällt, das wesentliche Zusammenfallen, welches einen kleinen Unterschied zwischen den zwei Enden davon durch eine Schwankung bei der Montage oder dergleichen erlaubt.

(Weitere Ausführungsbeispiele)

[0189] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Wärmetauschabschnitte **2e**, d.h. die Winkelabschnitte **2c** so ausgebildet, dass sie an dem Planabschnitt **2a** in der Luftströmungsrichtung in einer Reihe angeordnet sind. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt und kann auch eine Anordnung haben, bei welcher die Anzahl der Reihen der Wärmetauschabschnitte **2e** zum Beispiel zwei oder mehr als zwei beträgt.

[0190] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Schnittform der Wärmetauschabschnitte **2e** auf der stromaufwärtigen Seite in dem Luftstrom und die Schnittform der Wärmetauschabschnitt **2e** auf der stromabwärtigen Seite in dem Luftstrom im Wesentlichen zueinander symmetrisch, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0191] In den oben beschriebenen Ausführungsbei-

spielen sind die Anzahl der Winkelabschnitte **2c** auf der stromaufwärtigen Seite in dem Luftstrom und die Anzahl der Winkelabschnitte **2c** auf der stromabwärtigen Seite in dem Luftstrom gleich, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0192] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die vorliegende Erfindung auf einen Wärmestrahler einer Klimaanlage für ein Fahrzeug angewendet, aber die Anwendung der vorliegenden Erfindung ist nicht darauf beschränkt und die vorliegende Erfindung kann auch auf ein Gerät wie beispielsweise einen Heizkern einer Klimaanlage für ein Fahrzeug, einen Verdampfapparat oder einen Kondensator eines Dampfkomppressionskühlers oder eines Kühlers angewendet werden.

[0193] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Rippen **2** durch das Walzformverfahren hergestellt, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt und die Rippen **2** können auch durch andere Verfahren wie beispielsweise Pressformen hergestellt werden.

[0194] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Rohre **1** und die Rippen **2** durch Löten verbunden. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und die Rohre **1** und die Rippen **2** können auch mittels eines mechanischen Verfahrens durch Vergrößern des Durchmessers der Rohre **1** verbunden werden.

[0195] Während die Erfindung unter Bezugnahme auf spezielle Ausführungsbeispiele zu Veranschaulichungszwecken beschrieben worden ist, sollte es für den Fachmann offensichtlich sein, dass zahlreiche Modifikationen daran vorgenommen werden können, ohne das Grundkonzept und den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, mit
Rohren (**1**), in welchen ein Fluid strömt; und
Rippen (**2**), welche an Außenflächen der Rohre (**1**) vorgesehen sind und eine Wärmetauschfläche mit um die Rohre (**1**) strömender Luft vergrößern, wobei die Rippe (**2**) im Wesentlichen plattenförmige Planabschnitte (**2a**) und Kollisionswände (**2c**) die durch Schneiden und Aufstellen von Teilen des Planabschnitts (**2a**) in einem Winkel von im Wesentlichen 90° gebildet sind, aufweist; und
wobei Gruppen von mehreren Kollisionswänden (**2c**) so gebildet sind, dass sie in einer Luftströmungsrichtung im Wesentlichen symmetrisch zueinander sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, bei welchem die Kollisionswände (**2c**) und Teile des Planabschnitts **2a**, die kontinuierlich mit den Kollisionswän-

den (2c) verbunden sind, im Wesentlichen L-Schnittformen bilden, und bei welchem die im Wesentlichen L-Schnittformen auf einer stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms und die im Wesentlichen L-Schnittformen auf einer stromabwärtigen Seite des Luftstroms in einer im Wesentlichen symmetrischen Beziehung zueinander stehen.

3. Wärmetauscher, mit
Rohren (1), in welchen ein Fluid strömt; und
Rippen (2), welche an Außenflächen der Rohre (1) vorgesehen sind und eine Wärmetauschfläche mit um die Rohre (1) strömender Luft vergrößern, wobei die Rippe (2) im Wesentlichen plattenförmige Planabschnitte (2a) und Kollisionswände (2c), die durch Schneiden und Aufstellen von Teilen des Planabschnitts (2a) gebildet sind, aufweist; und
wobei, wenn ein Verhältnis (D/C) zwischen einer Länge (C) der Rippe (2) senkrecht zu der Luftströmungsrichtung und einer Länge (D) der Kollisionswände (2c) senkrecht zu der Luftströmungsrichtung als ein Schnittlängenverhältnis (E) angenommen wird, das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,775 und nicht größer als 0,995 eingestellt ist.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, bei welchem das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,810 und nicht größer als 0,980 eingestellt ist.

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1, 3 und 4, bei welchem
die Kollisionswände (2c) und eingeschnittene Stücke (2d) des Planabschnitts (2a), die kontinuierlich mit den Kollisionswänden (2c) verbunden sind, L-förmige Schnitte bilden; und
die L-förmigen Schnitte auf einer stromaufwärtigen Seite eines Luftstroms und die L-förmigen Schnitte auf einer stromabwärtigen Seite des Luftstroms im Wesentlichen symmetrisch zueinander bezüglich einer virtuellen Ebene senkrecht zu den Planabschnitten (2a) angeordnet sind.

6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem einige von mehreren der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswände (2c) mit einer Winkelhöhe (H) höher als jene der übrigen Kollisionswände (2c) versehen sind, und alle von mehreren der auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswände (2c) mit einer gleichen Winkelhöhe (H) versehen sind.

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem
die Winkelhöhe (H) einiger von mehreren der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswände (2c) zu einer stromabwärtigen Richtung des Luftstroms höher wird; und

die Winkelhöhe (h) einiger von mehreren der auf der stromabwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswände (2c) kleiner als jene (h) der auf einer stromabwärtigsten Seite angeordneten Kollisionswand (2c) der mehreren der auf der stromaufwärtigen Seite des Luftstroms angeordneten Kollisionswände (2c) ist.

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welchem die Rippen (2) in einer Wellenform geformte Wellrippen sind.

9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welchem die Rippen (2) in einer ebenen Form geformte Plattenrippen sind.

10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 9, bei welchem ein Vorsprung (2i) der von einer Endposition des Rohres (1) zu einer luftstromaufwärtigen Seite vorsteht, an der Rippe (2) ausgebildet ist und die Kollisionswände (2c) auch an dem Vorsprung (2i) ausgebildet sind.

11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, bei welchem wenigstens zwei der Kollisionswände (2c) auch an dem Vorsprung (2i) ausgebildet sind.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, bei welchem ein stromabwärtiges Ende in einer Luftströmungsrichtung der Rippe (2) so angeordnet ist, dass es nicht von einem stromabwärtigen Ende in der Luftströmungsrichtung des Rohres (1) vorsteht.

13. Wärmeübertragungselement aus einem dünnen Plattenelement, das in ein Fluid eingetaucht ist und dadurch Wärme zwischen sich und dem Fluid zuführt oder empfängt,
wobei es Winkelabschnitte (2c), die aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind, und Planabschnitte (2a) mit mehreren Wärmetauschabschnitten (2e1), die eingeschnittene Stücke (2d) aufweisen, die kontinuierlich mit Fußabschnitten der Winkelabschnitte (2c) verbunden sind, aufweist, und wobei eine Winkelhöhe (H) der Winkelabschnitte (2c) nicht kleiner als 0,02 mm und nicht größer als 0,4 mm ist, und ein Abstandsmaß (P) zwischen den in einer Fluidströmungsrichtung einander benachbarten Wärmetauschabschnitten (2e) nicht kleiner als 0,02 mm ist und nicht größer als 0,75 mm ist.

14. Wärmeübertragungselement aus einem dünnen Plattenelement, das in ein Fluid eingetaucht ist und dadurch Wärme zwischen sich und dem Fluid zuführt oder empfängt,
wobei es Winkelabschnitte (2c), die aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind, und Planabschnitte (2a) mit mehreren Wärmetauschabschnitten (2e), die eingeschnittene Stücke (2d) aufweisen, die kontinuierlich mit Fußabschnitten der Winkelabschnitte (2c) verbunden sind, aufweist, und

wobei eine Winkelhöhe (H) der Winkelabschnitte (2c) nicht kleiner als 0,06 mm und nicht größer als 0,36 mm ist, und ein Abstandsmaß (P) zwischen den einander in einer Fluidströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten (2e) nicht kleiner als 0,08 mm ist und nicht größer als 0,68 mm ist.

15. Wärmeübertragungselement nach Anspruch 13 oder 14, bei welchem ein Aufstellwinkel (θ) der Winkelabschnitte (2c) nicht kleiner als 40° und nicht größer als 140° ist.

16. Wärmeübertragungselement nach einem der Ansprüche 13 bis 15, bei welchem die Winkelabschnitte (2c) in einer gekrümmten Form aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind.

17. Wärmeübertragungselement nach einem der Ansprüche 13 bis 16, bei welchem ein Verhältnis (H/L) zwischen der Winkelhöhe (H) und einem Maß (L) von Abschnitten der Wärmetauschabschnitte (2e) parallel zu der Fluidströmungsrichtung nicht kleiner als 0,5 und nicht größer als 2,2 ist.

18. Wärmeübertragungselement nach einem der Ansprüche 13 bis 17, bei welchem eine Beziehung zwischen einer Schnittform der Wärmetauschabschnitte (2e) auf einer stromaufwärtigen Seite eines Fluidstroms und einer Schnittform der Wärmetauschabschnitte (2e) auf einer stromabwärtigen Seite des Fluidstroms im Wesentlichen symmetrisch zueinander angeordnet ist.

19. Wärmeübertragungselement nach einem der Ansprüche 13 bis 18, bei welchem die Wärmetauschabschnitte (2e) an den Planabschnitten (2a) so ausgebildet sind, dass sie in der Fluidströmungsrichtung in einer Reihe ausgerichtet sind.

20. Wärmeübertragungselement nach Anspruch 19, bei welchem die Anzahl der Wärmetauschabschnitte (2e) größer als ein Wert $B/0,75$ ist, wenn ein Wert B eine Länge eines Abschnitts der Planabschnitte (2a) parallel zu der Fluidströmungsrichtung ist und in einer Einheit von Zentimetern ausgedrückt ist.

21. Wärmeübertragungselement nach einem der Ansprüche 13 bis 20, bei welchem wenigstens ein flacher Abschnitt (2f) ohne den Winkelabschnitt (2c) zwischen den einander in der Fluidströmungsrichtung benachbarten Wärmetauschabschnitten (2e) vorgesehen ist.

22. Wärmeübertragungselement nach Anspruch 21, bei welchem ein Maß (B) eines Abschnitts der Planabschnitte (2a) parallel zu einer Fluidströmungsrichtung nicht kleiner als 5 mm und nicht größer als 25 mm ist; und

ein Maß (Cn) eines Abschnitts der flachen Abschnitte (2f) parallel zu der Fluidströmungsrichtung vorbestimmt ist und kleiner als 1 mm ist.

23. Wärmeübertragungselement nach Anspruch 21, bei welchem

ein Maß (B) eines Abschnitts der Planabschnitte (2a) parallel zu einer Fluidströmungsrichtung größer als 25 mm und nicht größer als 50 mm ist; und ein Maß (Cn) eines Abschnitts der flachen Abschnitte (2f) parallel zu der Fluidströmungsrichtung nicht kleiner als 1 mm und nicht größer als 20 mm ist.

24. Wärmeübertragungselement nach einem der Ansprüche 13 bis 23, bei welchem, wenn ein Verhältnis (D/C) zwischen einer Länge (C) eines dünnen Plattenelements senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung und einer Länge (D) der Winkelabschnitte (2c) senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung als ein Schnittlängenverhältnis (E) angenommen wird, das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,775 und nicht größer als 0,995 eingestellt ist.

25. Wärmeübertragungselement aus einem dünnen Plattenelement, das in ein Fluid eingetaucht ist und dadurch die Wärme zwischen sich und dem Fluid zuführt oder empfängt,

wobei es einen Planabschnitt (2a) mit mehreren Wärmetauschabschnitten (2e) aufweist, welcher Winkelabschnitte (2c), die aus dem dünnen Plattenelement geschnitten und aufgestellt sind, und eingeschnittene Stücke (2d), die kontinuierlich mit Fußabschnitten der Winkelabschnitte 2c verbunden sind, aufweist; und

wobei, wenn ein Verhältnis (D/C) zwischen einer Länge (C) eines dünnen Plattenelements senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung und einer Länge (D) der Winkelabschnitte (2c) senkrecht zu der Fluidströmungsrichtung als ein Schnittlängenverhältnis (E) angenommen wird, das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,775 und nicht größer als 0,995 eingestellt ist.

26. Wärmeübertragungselement nach Anspruch 24 oder 25, bei welchem das Schnittlängenverhältnis (E) in einem Bereich nicht kleiner als 0,810 und nicht größer als 0,980 eingestellt ist.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

Fig.1

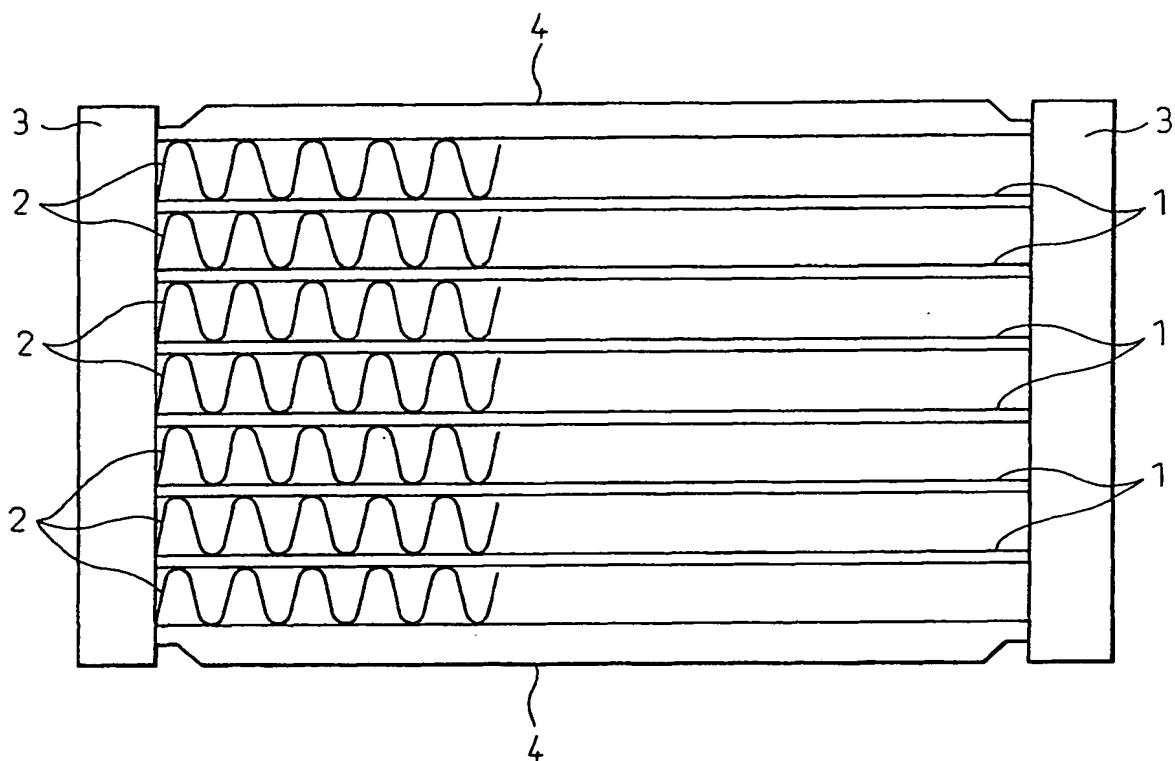


Fig.2A

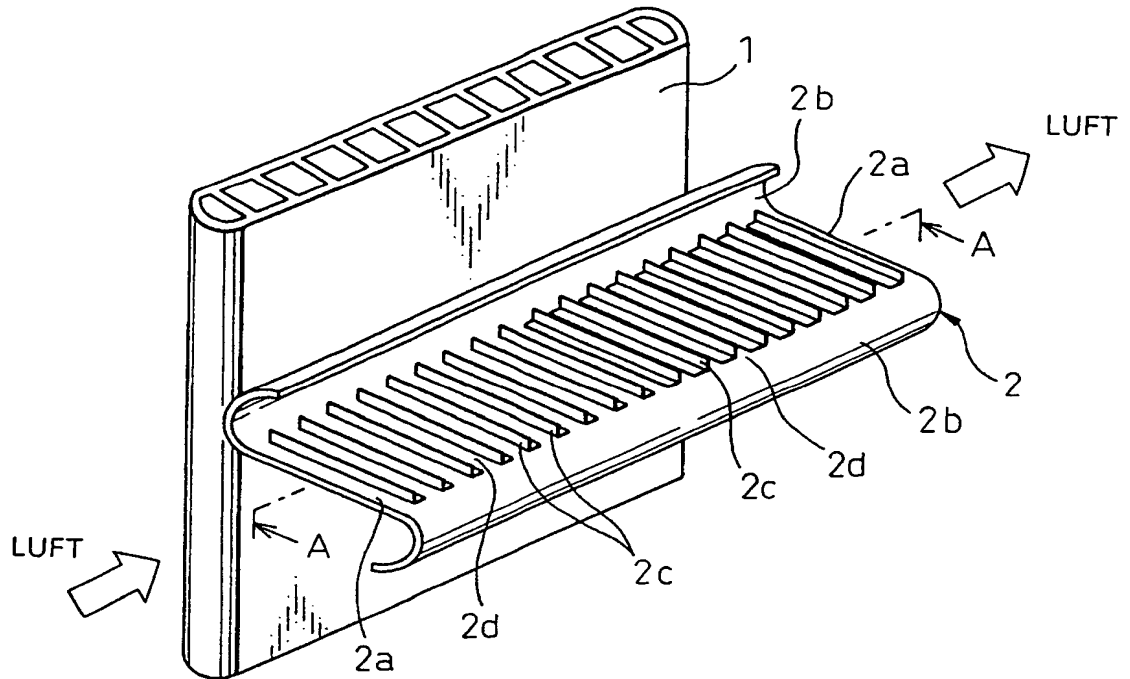


Fig.2B

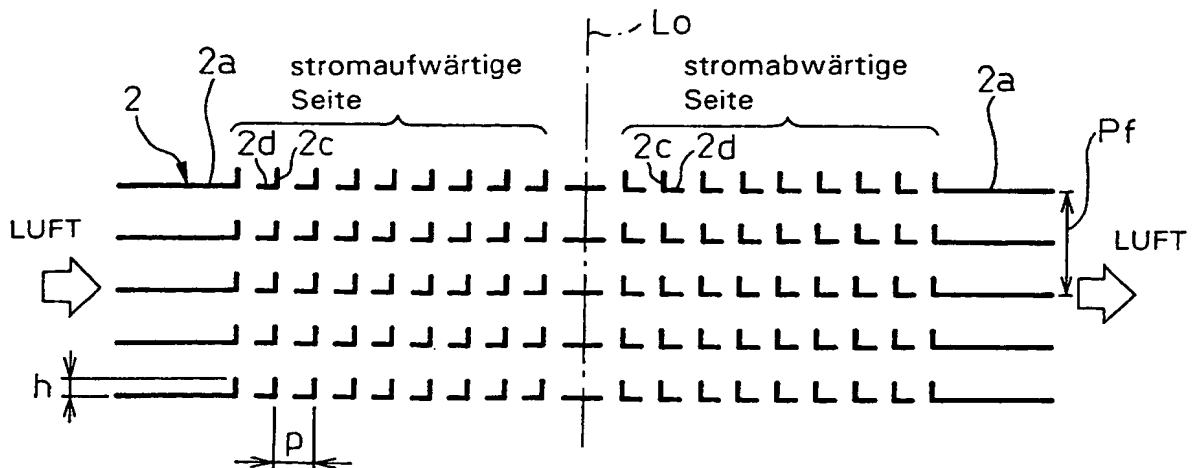


Fig.3

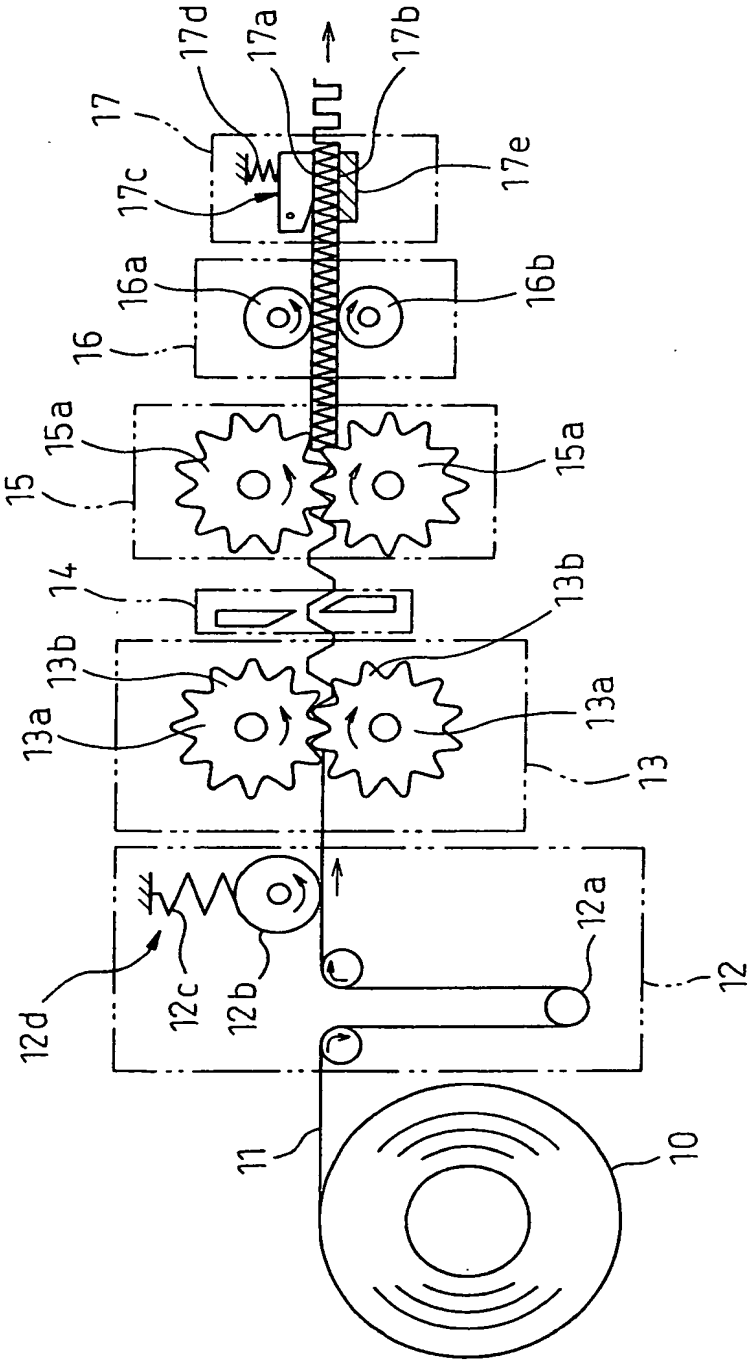


Fig. 4

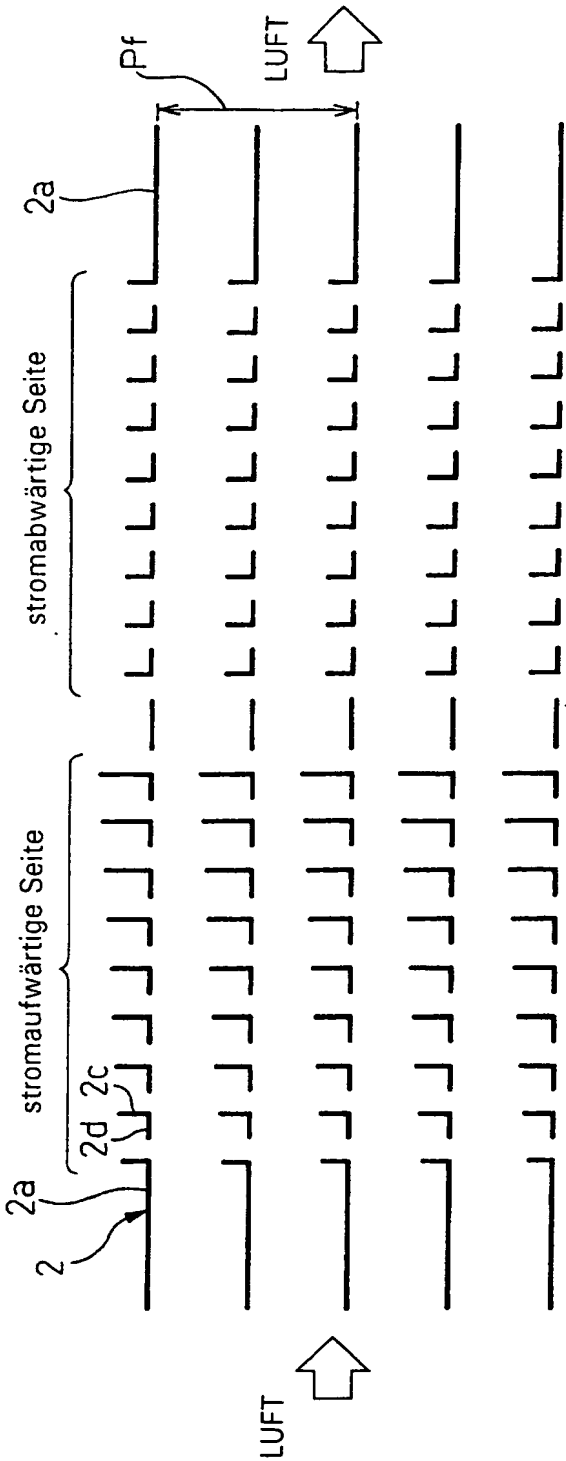
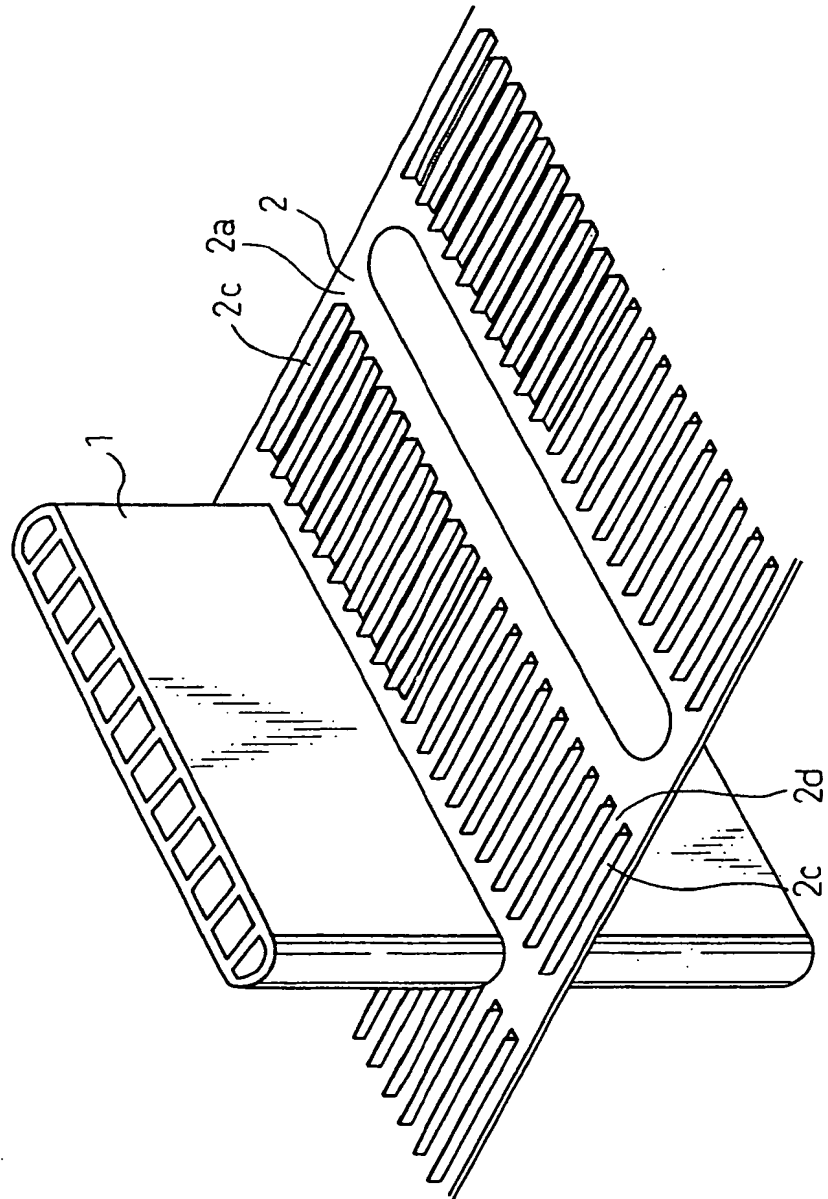


Fig. 5



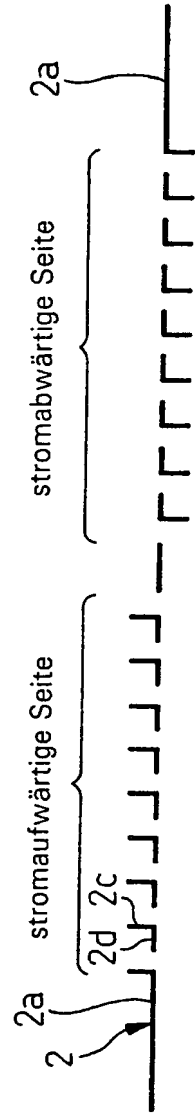


Fig. 6A

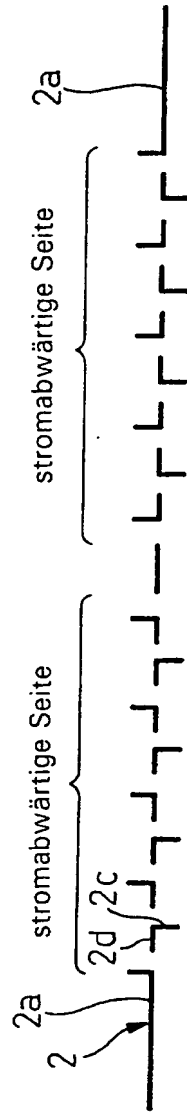


Fig. 6B

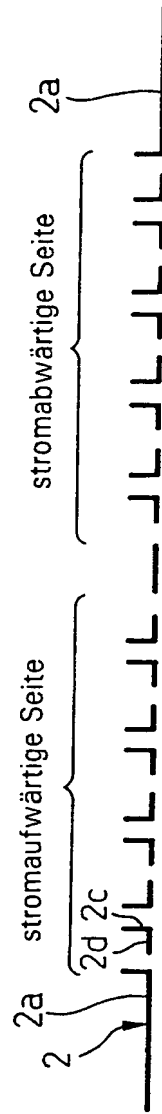


Fig. 6C

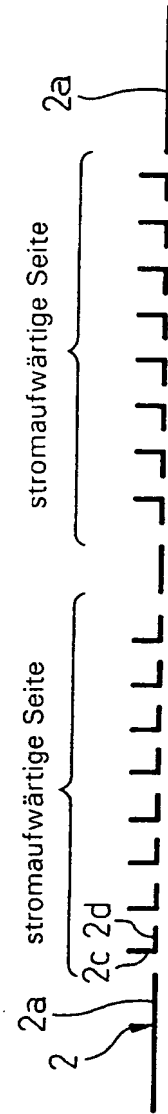


Fig. 6D

Fig. 7

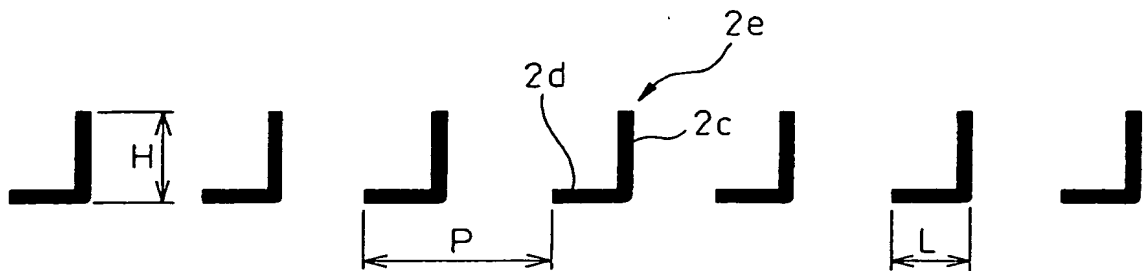


Fig. 8

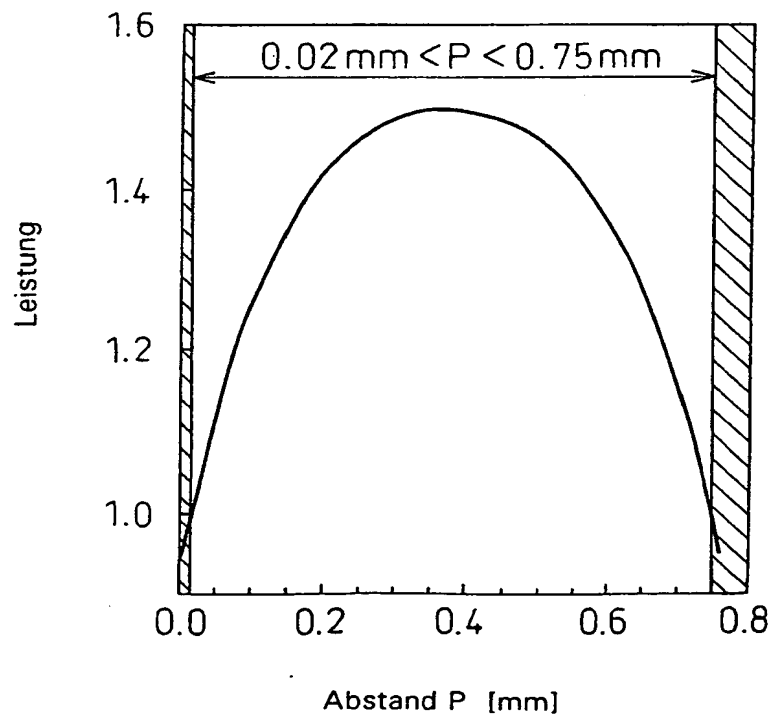


Fig.9

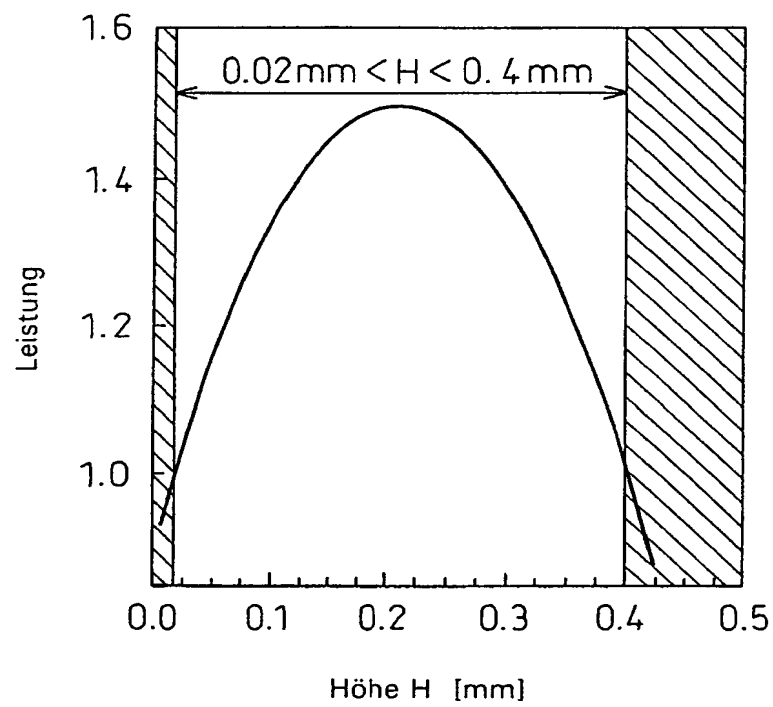


Fig.10

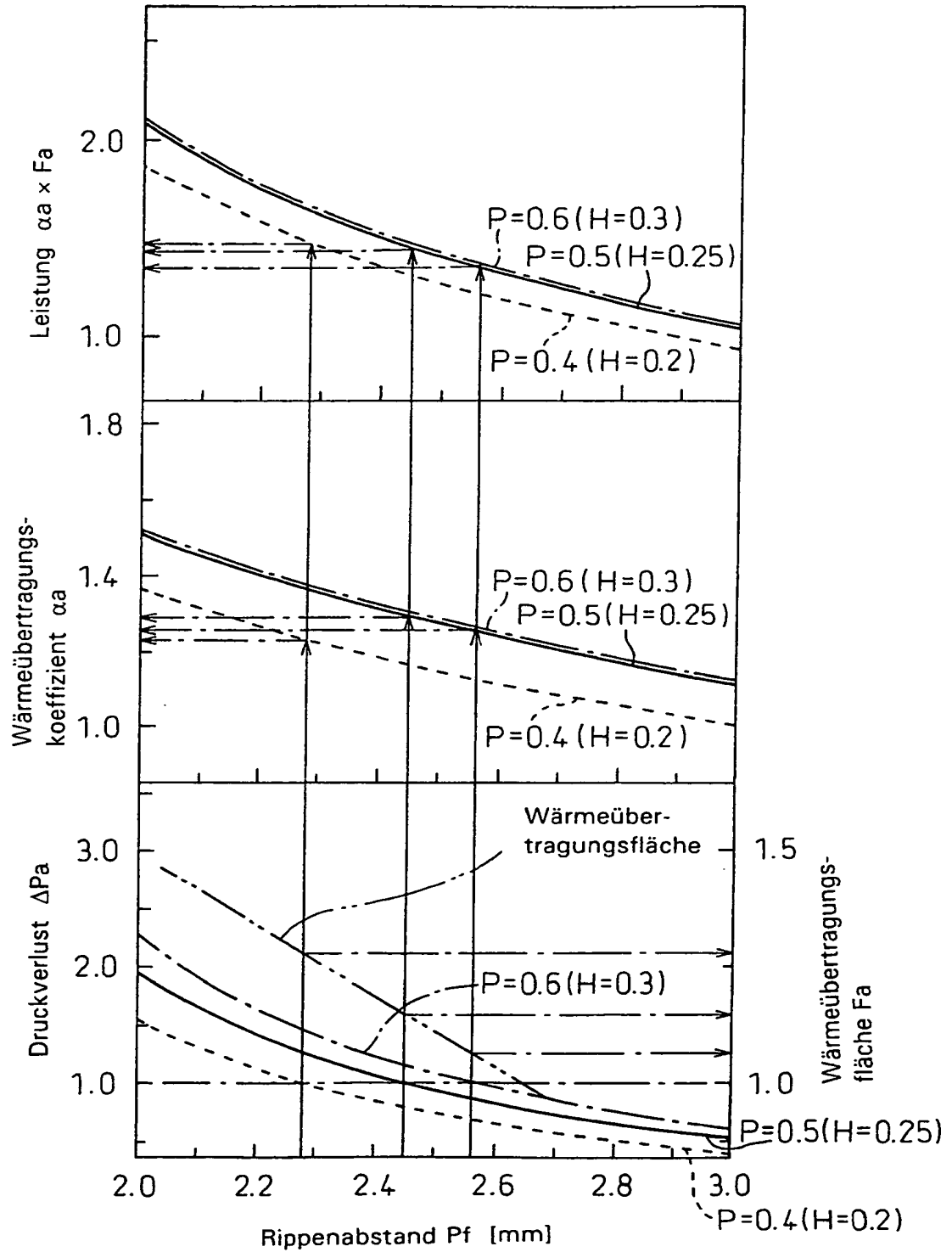


Fig.11

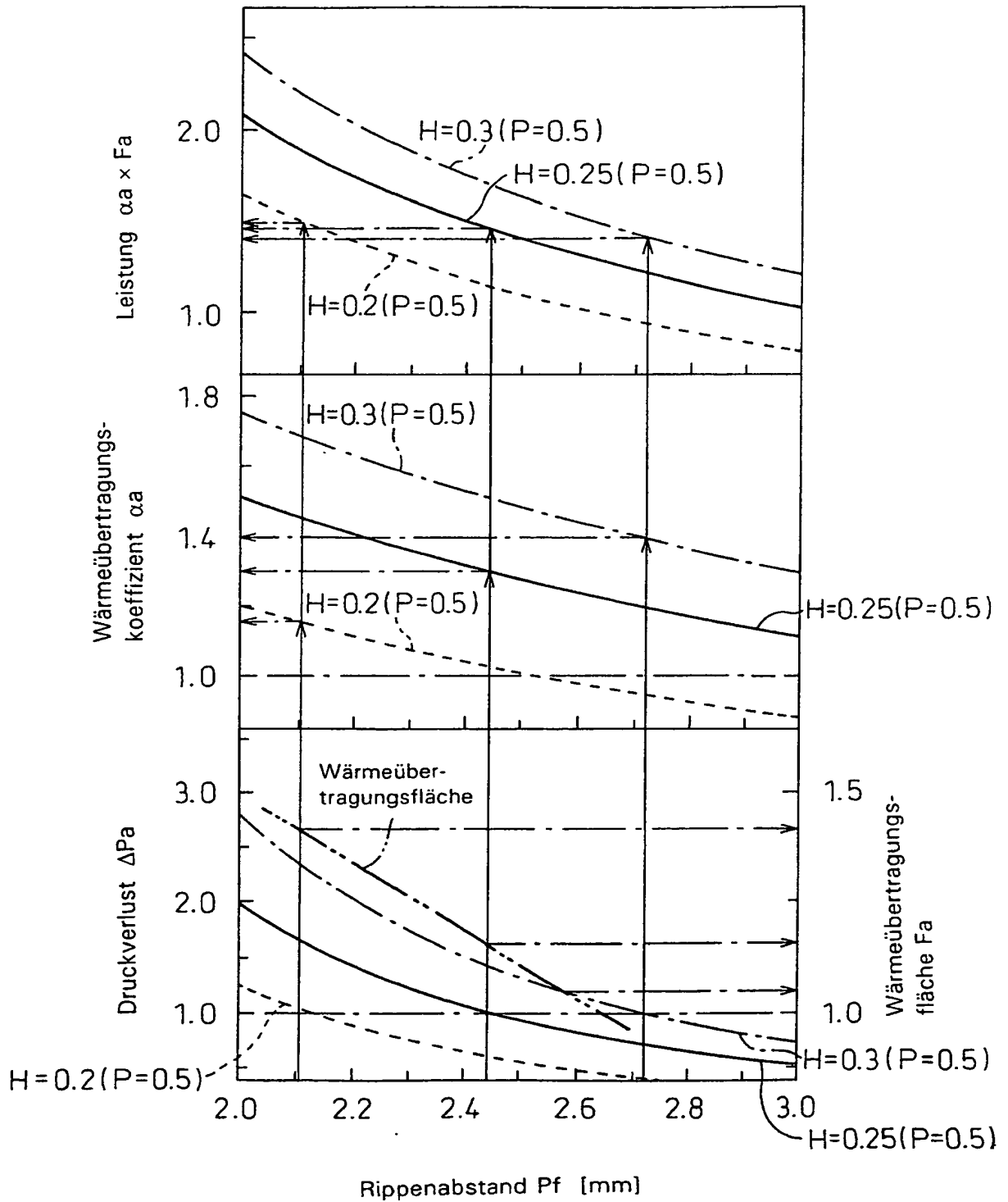


Fig.12

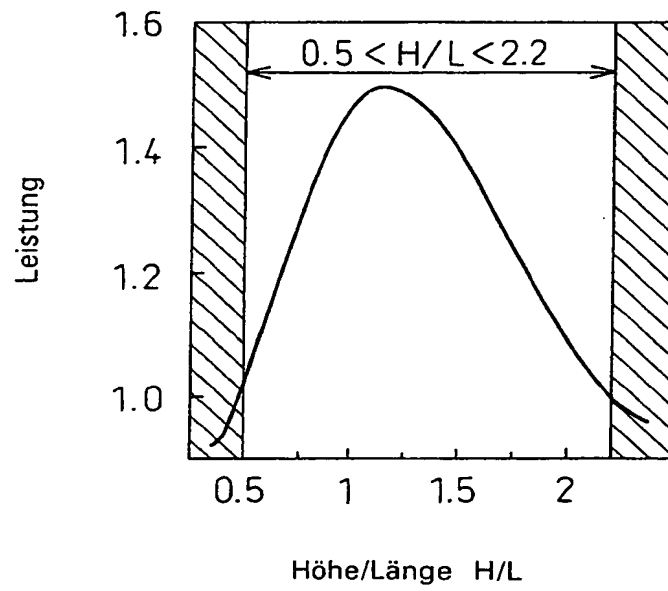


Fig.13A

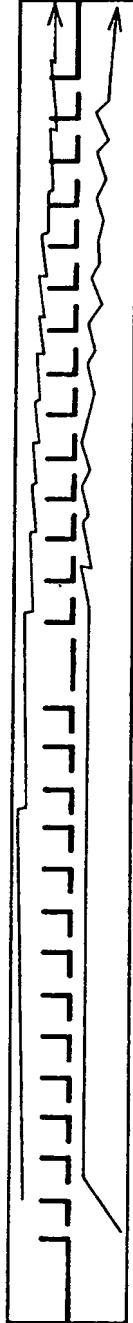
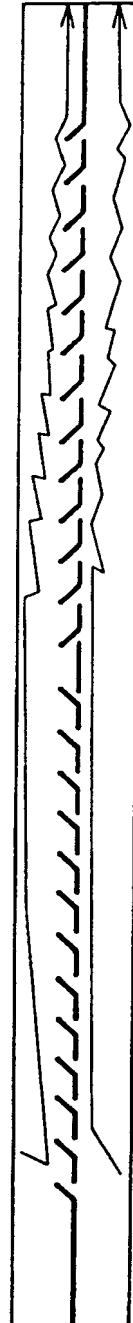


Fig.13B



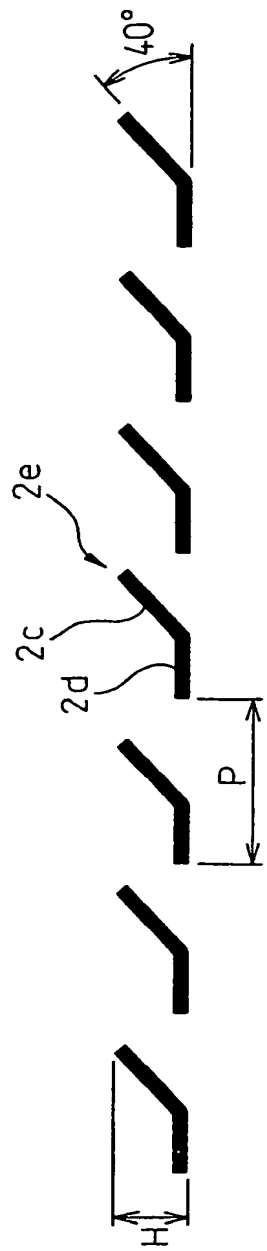


Fig. 14A

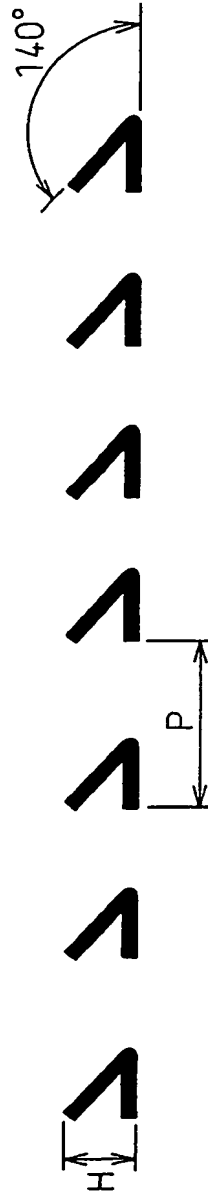


Fig. 14B



Fig. 14C

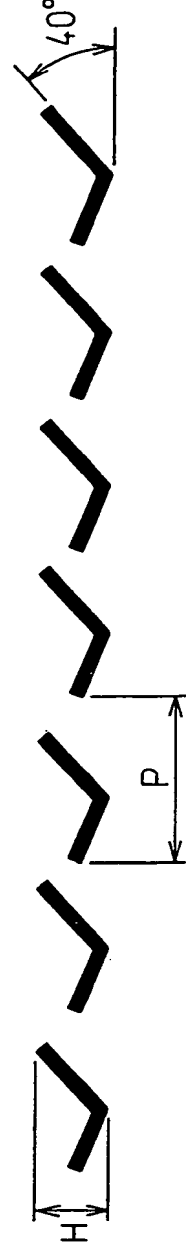


Fig. 14D

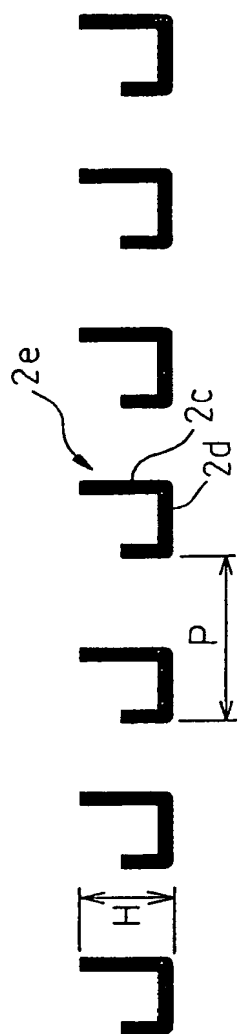


Fig. 15A

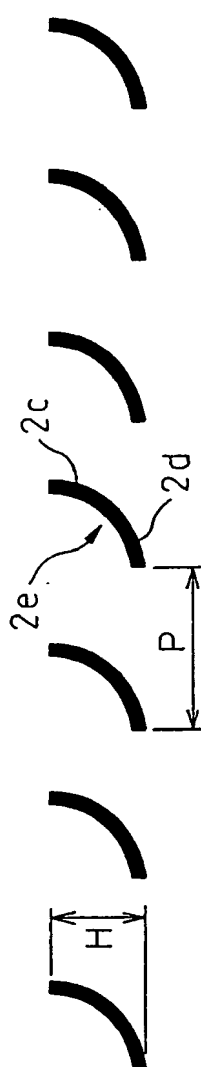


Fig. 15B

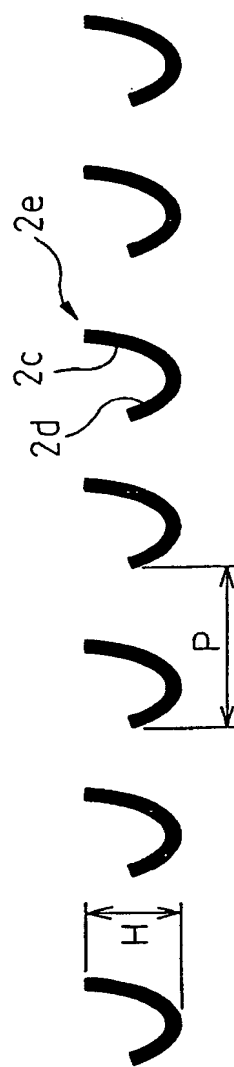


Fig. 15C

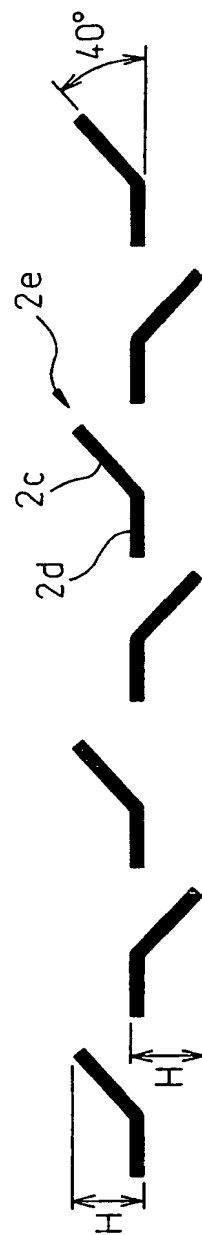


Fig. 15D

Fig.16

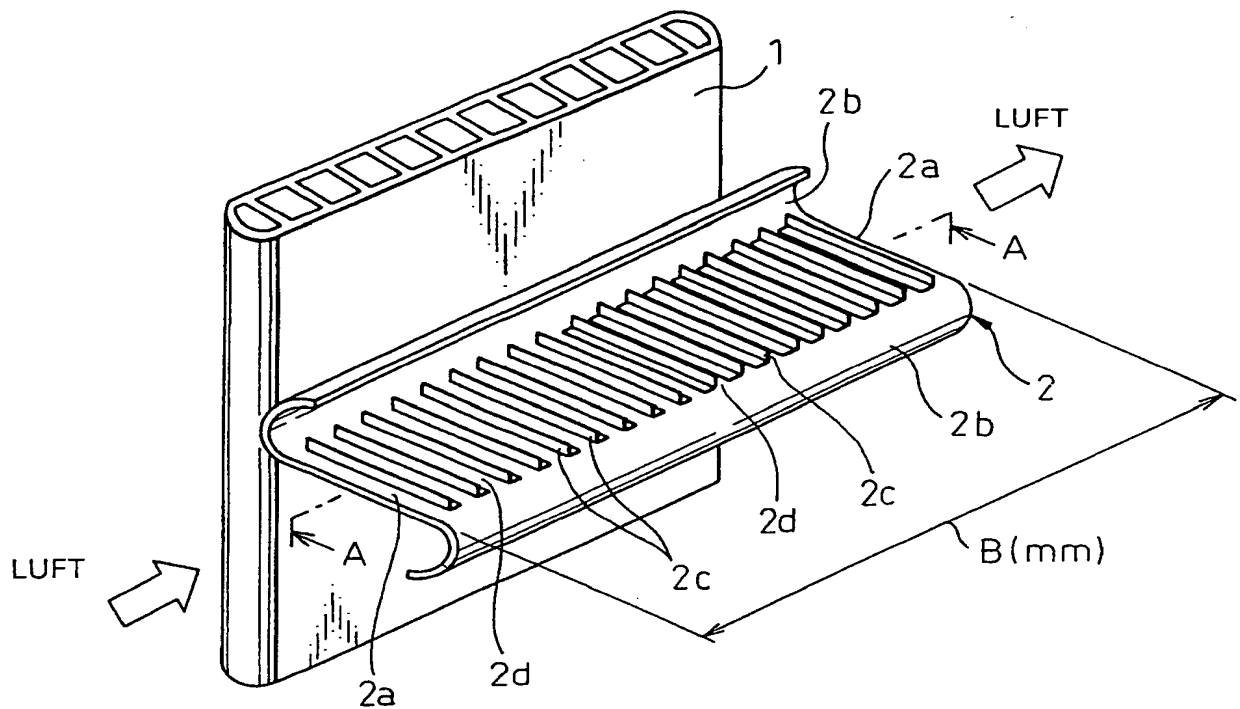
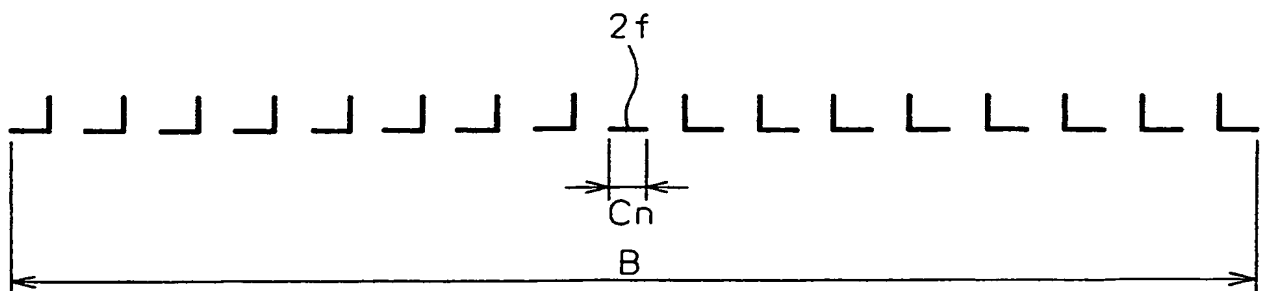
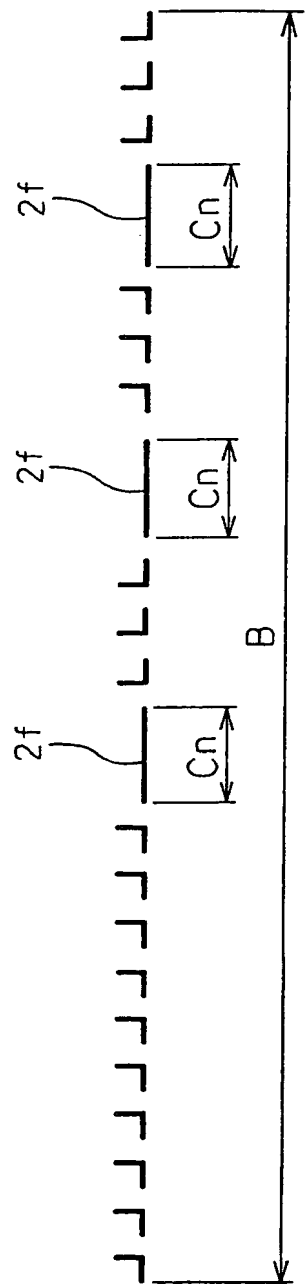


Fig.17



$$5 \text{ mm} < B \leq 25 \text{ mm} \text{ und } C_n < 1 \text{ mm}$$

Fig.18



$25\text{ mm} < B \leq 50\text{ mm}$ und $Cn \geq 1\text{ mm}$

Fig.19

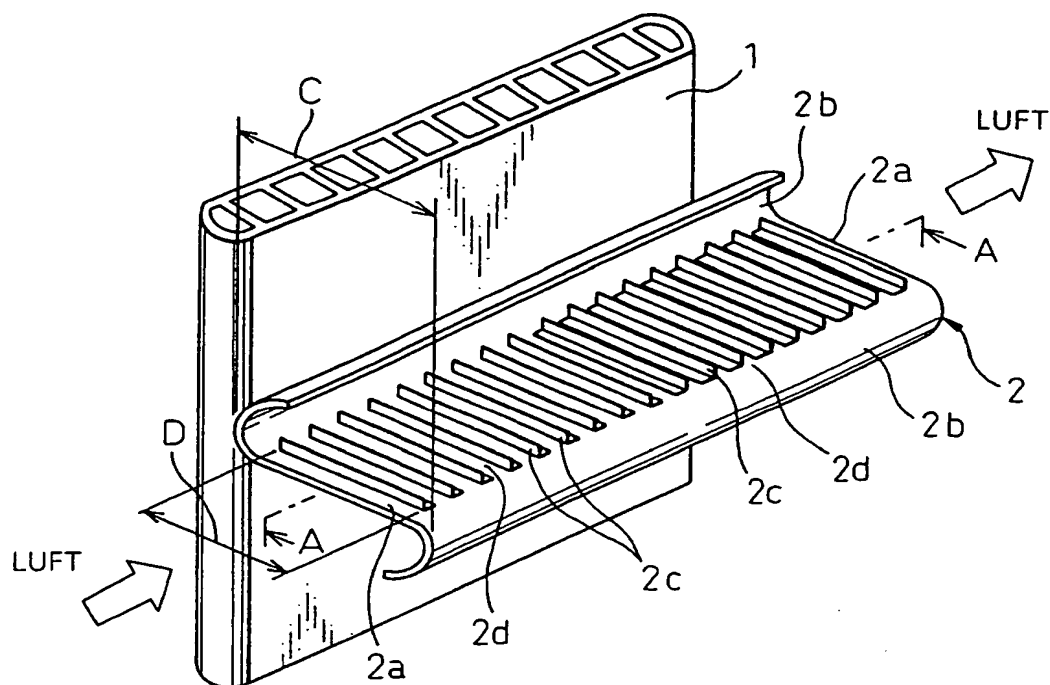
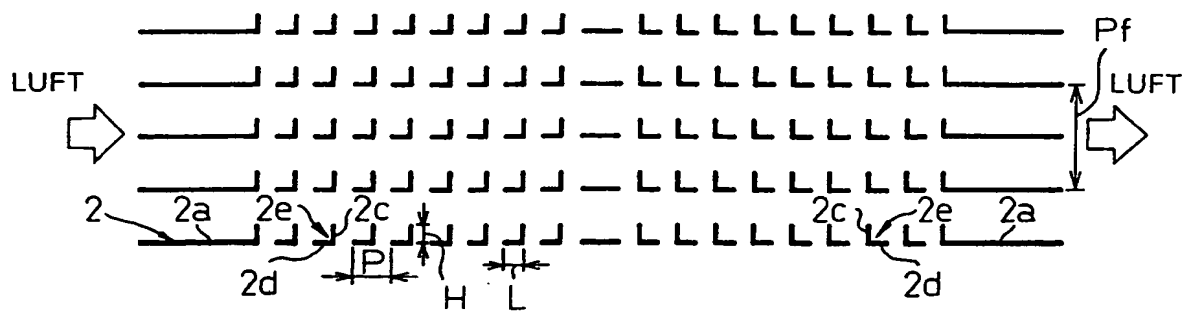
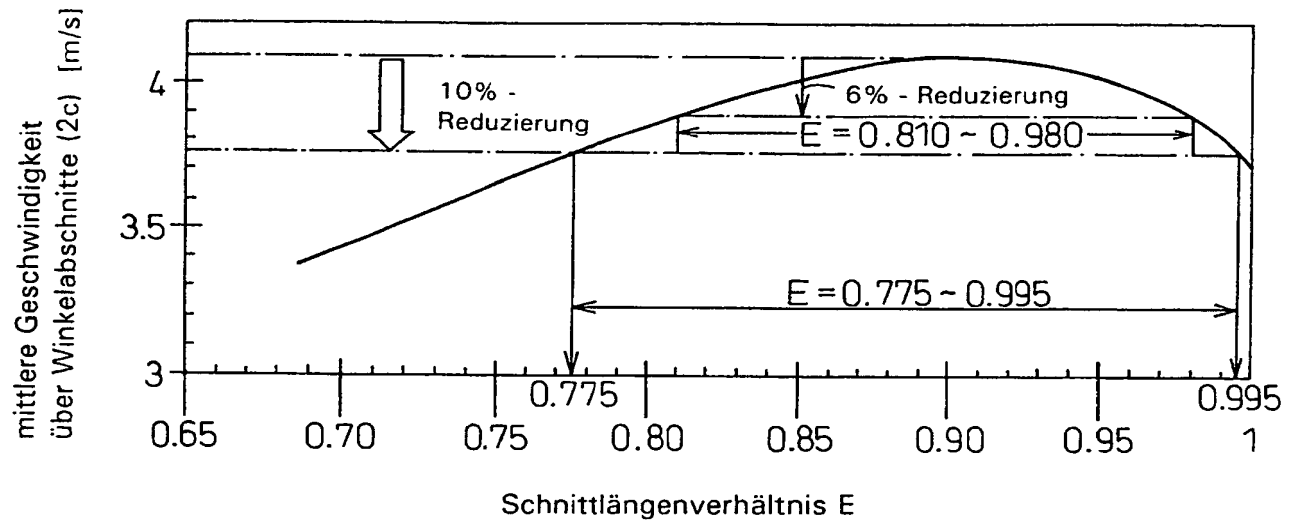


Fig.20



A-A - Schnitt

Fig.21



Schnittlängenverhältnis (E) = Winkelabschnittslänge (D) / Rippenlänge (C)

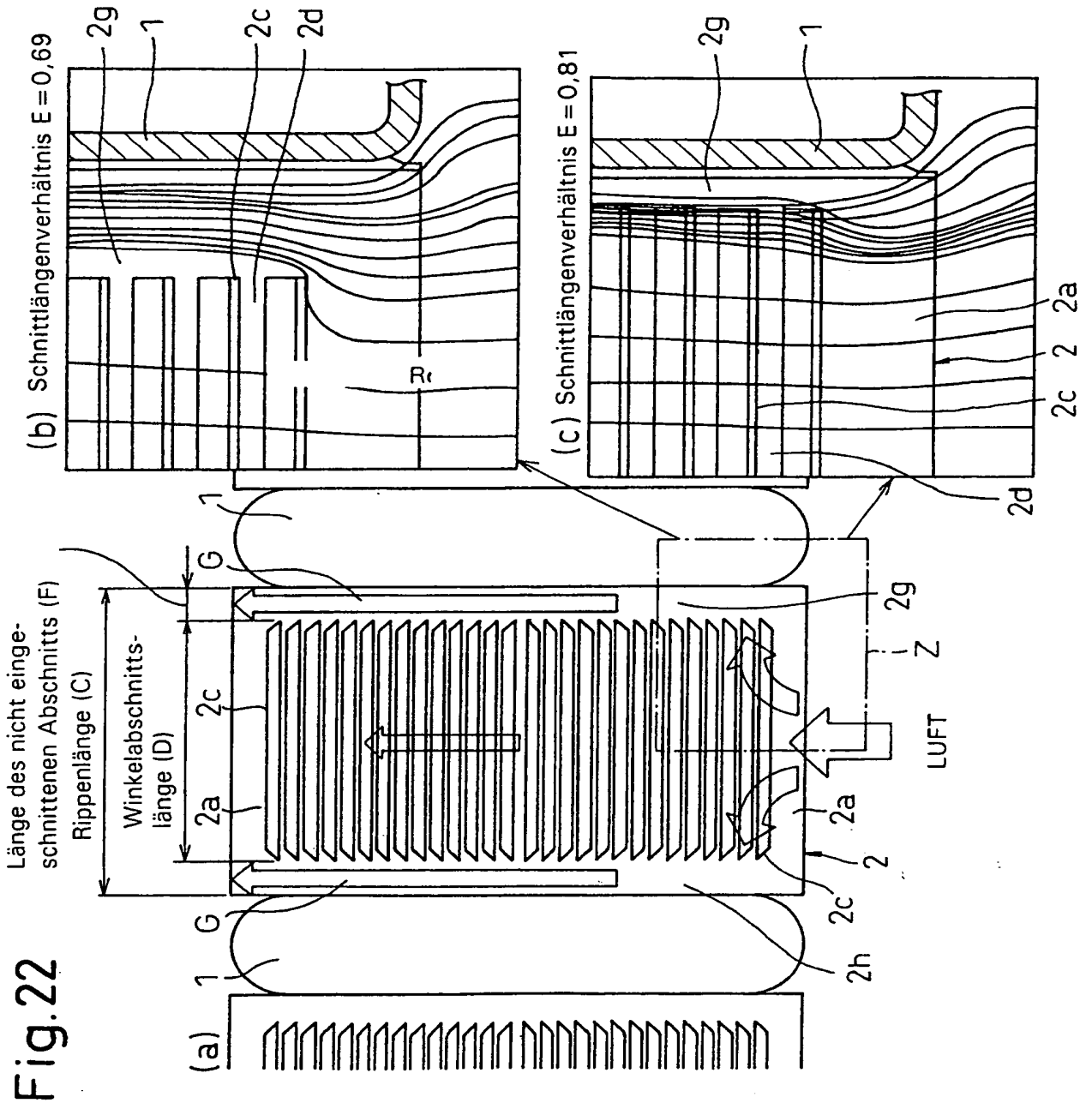


Fig.23A

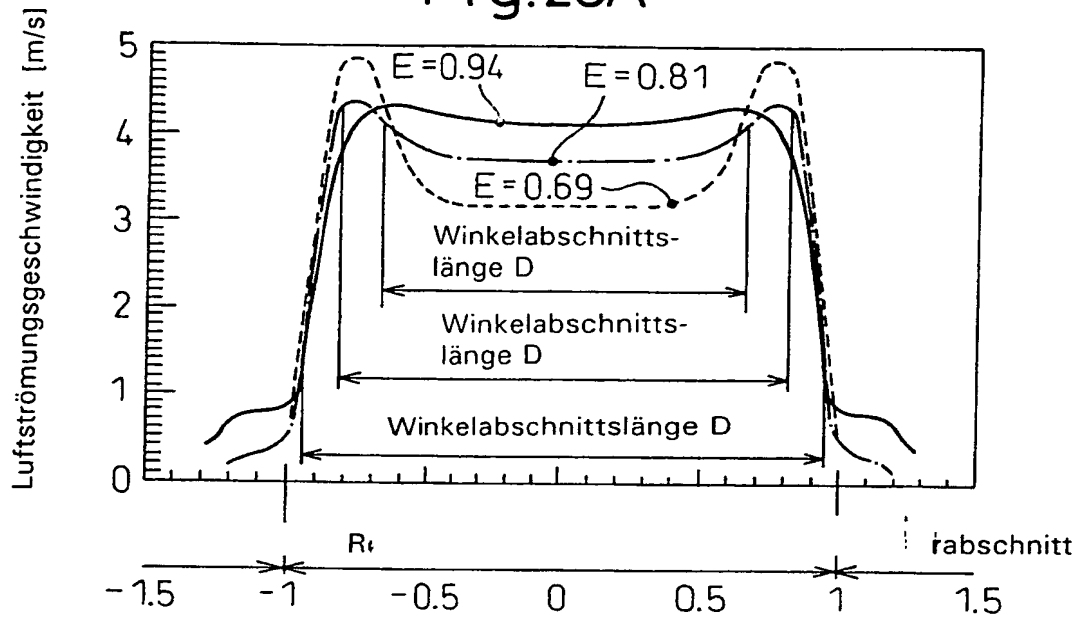


Fig.23B

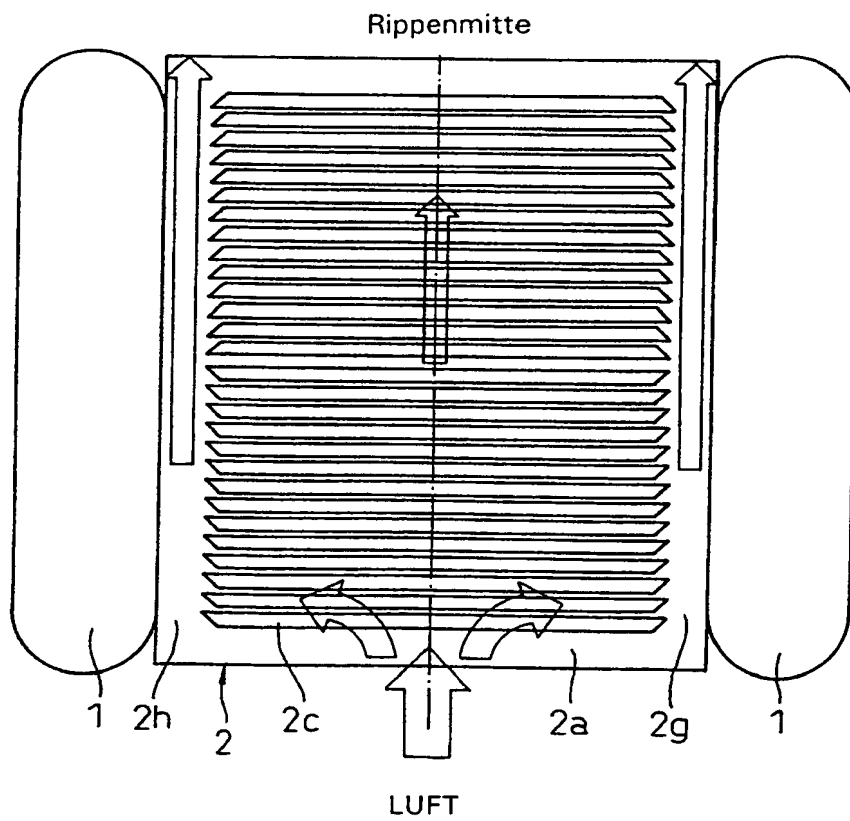


Fig.24

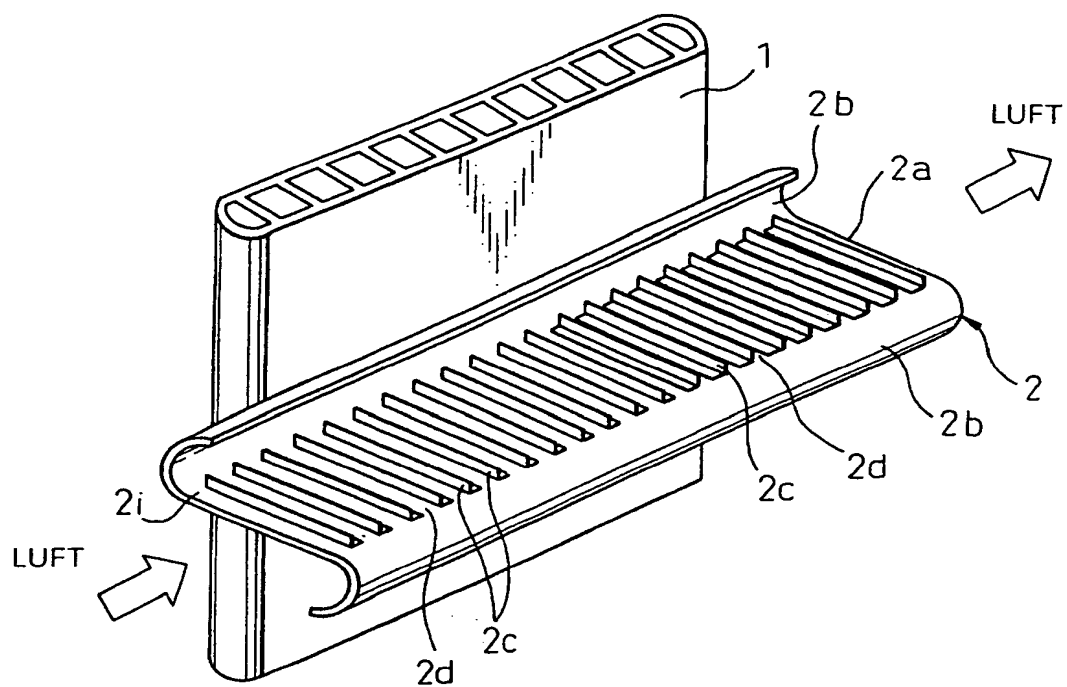


Fig.25

